Europa Metalli S.p.A.
BUILDING APPLICATIONS
20142 Milano
Via Corradino d'Ascanio, 4
Tel. 02 89388.1
Fax 02 89388.473
www.europametalli.it
www.thecopperlink.com
em@europametalli.it

Europa Metalli S.p.A.

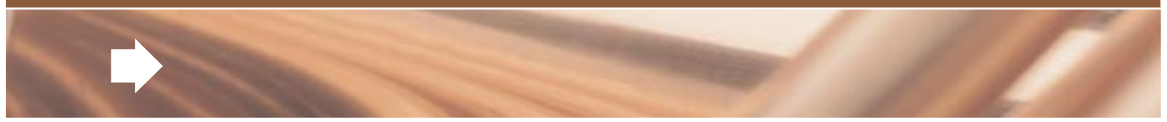
KME

BUILDING APPLICATIONS
SANCO® Manuale d'installazione

EUROPA METALLI

KME
COPPER INSIDE

EUROPA METALLI: QUALITÀ GLOBALE



- L’utilizzo di ciascun prodotto, descritto in questa pubblicazione, presuppone un’attenta valutazione della destinazione d’uso, nonché delle condizioni ambientali e funzionali in cui il prodotto verrà installato. Questa valutazione deve essere fatta in fase di progettazione e da personale competente.
  Europa Metalli non assume alcuna responsabilità per un utilizzo non idoneo dei propri prodotti, inoltre si riserva in ogni momento la facoltà di apportare modifiche ai dati contenuti nella presente pubblicazione.

EUROPA METALLI S.p.A. è la società italiana del Gruppo KME che detiene la leadership internazionale dei prodotti intermedi di rame.
Protagonista di innumerevoli impieghi, dall'elettronica all'industria aerospaziale, all'edilizia, alla monetazione (Euro), il rame svolge oggi un ruolo di primo piano nell'impiantistica, proponendosi come unico materiale per i diversi tipi di impianto: riscaldamento, sanitario, gas domestico, condizionamento.

EUROPA METALLI è stata la prima azienda in Italia a produrre il tubo di rame per impiantistica, consentendo al nostro paese di allinearsi al resto d'Europa.
Oggi è presente sul mercato con una gamma di prodotti in grado di soddisfare le differenti esigenze di carattere impiantistico.
I prodotti EUROPA METALLI portano con sé tutta l'esperienza della Società e del Gruppo KME, esperienza consolidata da una costante presenza sul mercato e valorizzata da molteplici servizi ed attività per il cliente:

- Assistenza pre e post vendita.
- Corsi di formazione presso la propria sede produttiva (scuola SANCO®).
- Attività di marketing e collaborazione con le più importanti Associazioni del settore Idrotermosanitario.
- Pubblicazioni su riviste specializzate.
- Convegni e meeting dedicati agli operatori idrotermosanitari.
- Partecipazione a campagne d'informazione per la divulgazione degli aspetti tecnico- normativi.

La qualità globale EUROPA METALLI è il risultato di una continua ricerca a qualsiasi livello: produzione, distribuzione ed assistenza, ed è confermata dall'ottenimento dei principali marchi internazionali, oltre che dalla certificazione del Sistema Qualità Aziendale secondo UNI EN ISO 9001 e del Sistema di Gestione Ambientale (UNI EN ISO 14001), ottenuti dall'Istituto Italiano per la Garanzia della Qualità per i Prodotti Metallurgici (IGQ).
EUROPA METALLI è inoltre presente nel settore Idrotermosanitario con i propri prodotti industriali. È infatti, fornitore delle più importanti aziende appartenenti ai vari comparti del settore (rubinetteria, valvolame, caldaie, condizionamento e refrigerazione).
La lunga esperienza, il contatto diretto con le più importanti Aziende utilizzatrici, il costante supporto del proprio Centro Ricerche e le sinergie con le altre società del Gruppo, hanno permesso di raggiungere un livello qualitativo del prodotto tale da garantire la massima affidabilità, il pieno rispetto della normativa vigente e la totale rispondenza alla continua evoluzione tecnologica richiesta dagli utilizzatori finali.

SANCO®

CAMPI DI UTILIZZO

- ACQUA POTABILE FREDDA E CALDA
- DISTRIBUZIONE DI COMBUSTIBILI LIQUIDI E GASSOSI
- PANNELLI RADIANTI

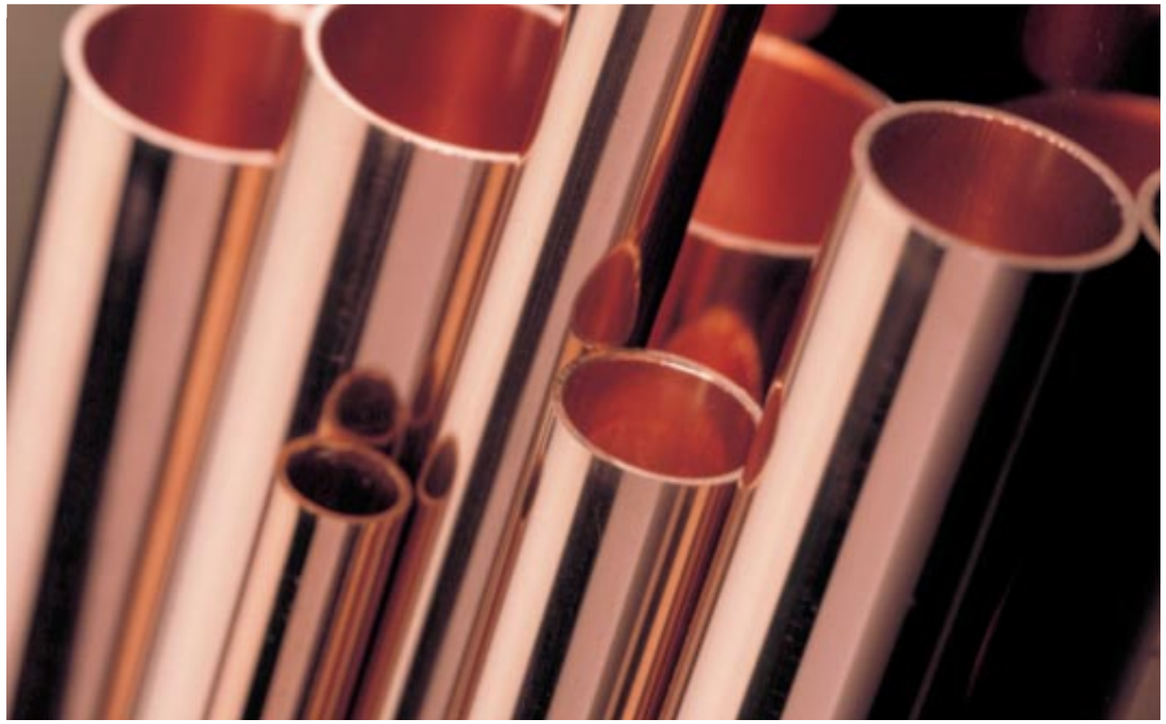
Nel rispetto e nei limiti previsti dalle normative

GARANTITO 30 ANNI

Qualità allo stato puro

SANCO®

SANCO®
QUALITÀ ALLO STATO PURO



SANCO® offre, grazie a un processo di produzione brevettato, una qualità superiore rispetto a quella prescritta da normative e regolamentazioni e, pertanto, prestazioni decisamente migliori rispetto a quelle dei tubi in rame comunemente in commercio.

E' composto da rame raffinato, ovvero praticamente puro

(Cu DHP 99,9% min.) e come tale espressamente certificato

da EUROPA METALLI.

Non contiene elementi additivi quali coloranti, fluidificanti, plastificanti che possono essere invece presenti in materiali alternativi derivati dal petrolio.

SANCO® offre, grazie a un processo di produzione brevettato, una qualità superiore rispetto a quella prescritta da normative e regolamentazioni e, pertanto, prestazioni decisamente migliori rispetto a quelle dei tubi in rame comunemente in commercio.

Viene sottoposto, in fase di produzione, a un trattamento brevettato di passivazione e stabilizzazione della parete interna, che lo rendono assolutamente affidabile nel rispetto dei parametri di potabilità previsti dalla normativa Europea in materia di acque potabili trasportate (Direttiva Europea 98/83 e D.L. 31/01).

L'entrata in vigore della Direttiva Europea 98/83/CE, in materia di acque destinate al consumo umano, ha posto in evidenza il problema dell'idoneità dei materiali utilizzati per i vari componenti dell'impianto idrico, al fine di garantire inalterata la qualità dell'acqua potabile distribuita. Progettisti ed installatori sono pertanto tenuti a scelte progettuali nella consapevolezza dei rischi che possono insorgere a causa dell'utilizzo di materiali non conformi alla legge.

SANCO® è fabbricato secondo il D.P.R. 1095/68 ed è conforme al D.M. 174/04 (G.U. 166 del 17/07/04) che definisce le condizioni alle quali devono rispondere i materiali a contatto con l'acqua potabile.

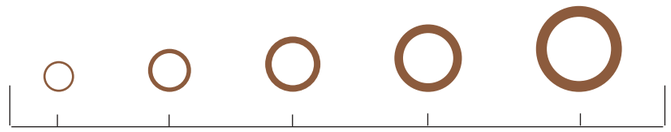
La qualità della materia prima e il particolare processo di lavorazione, consentono di garantire:

- eccellente malleabilità e, quindi, massima facilità di posa in opera
- elevatissima conducibilità termica (oltre 1000 volte maggiore a quella delle materie plastiche)
- ottima resistenza meccanica (vedi carico unitario a rottura)
- impermeabilità ai gas
- nessun problema di invecchiamento e di esposizione ai raggi UV
- rispetto dell'ambiente
- igienicità e salute
- totale riciclabilità

SANCO® FA LA DIFFERENZA

Parete interna di un tubo di rame non trattato

Parete interna di un tubo di rame SANCO® in rotoli con l'esclusivo trattamento di passivazione e la sua caratteristica colorazione



Dimensioni: diametro esterno da 6 a 267 mm; spessore da 1,0 a 3,0 mm

SANCO®
LA SCELTA INTELLIGENTE

I tubi di rame EUROPA METALLI costituiscono un sistema applicativo universale per ogni tipologia di giunzione, senza dipendere da condizioni esclusive e vincolanti.

Prodotto secondo UNI EN 1057, presenta comprovate proprietà batteriostatiche che lo rendono particolarmente adatto per gli impianti di acqua potabile.

L'elevato punto di fusione (1083 °C), di resistenza alla pressione e la sua conduttività termica, ne fanno il materiale idoneo per la realizzazione degli impianti di riscaldamento tradizionale (nella versione preisolata o in abbinamento con apposite guaine isolanti) e per la realizzazione di impianti a pavimento o a parete. E' inoltre il materiale più indicato per gli impianti di gas domestico, dove le prestazioni di sicurezza, affidabilità, impermeabilità sono inderogabili.

Da sottolineare che, in diverse località, la pressione della rete di distribuzione idrica può aumentare sensibilmente durante la notte anche a causa della diminuzione del prelievo, richiedendo quindi un'idonea resistenza alla pressione.

I tubi di rame EUROPA METALLI costituiscono inoltre un sistema applicativo universale per ogni tipologia di giunzione, senza dipendere da condizioni esclusive e vincolanti. Al tempo stesso, con il medesimo tipo di tubo si possono realizzare (nei limiti e nel rispetto previsti dalle normative) diverse tipologie di impianto (riscaldamento, idrico e gas), con evidenti vantaggi operativi ed economie di assortimento delle scorte.

Da sottolineare che la calibratura dei tubi di rame certificati da EUROPA METALLI rende particolarmente agevoli e affidabili le nuove tecniche di giunzione (raccordi a pressare e a innesto) che si aggiungono alla classica e sempre attuale brasatura.

PUNZONATURA

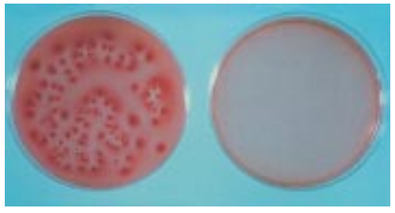
Il tubo di rame SANCO® riporta, mediante punzonatura ogni 60 cm, tutte le informazioni richieste dal DPR 1095/68

CALIBRATURA

La calibratura, sia per i tubi diritti sia in rotoli, è una caratteristica fondamentale per eseguire correttamente ogni tipologia di giunzione, in particolare è indispensabile per i raccordi a pressare

EFFETTI BATTERIOSTATICI

Gli impianti realizzati in rame possiedono una maggiore capacità di ridurre il numero di germi patogeni nell'acqua rispetto a quelli realizzati in materiale plastico



Colonie di escherichia coli al contatto con il rame prima e dopo 24 ore

SANCO®
LA SOLUZIONE NATURALE

SANCO® è un materiale naturale che non rilascia sostanze nocive o pericolose.

E' anche amagnetico e quindi non altera il campo magnetico naturale.

Presenta comprovate proprietà batteriostatiche che ne fanno il materiale particolarmente idoneo per le reti idrico-sanitarie, al fine di prevenire le proliferazioni batteriche come la Legionellosi.

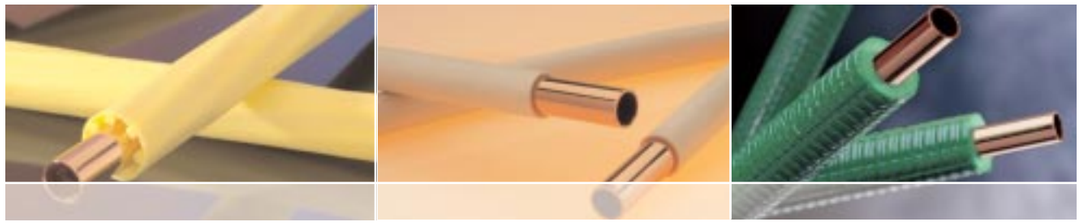
Grazie alla sua azione sulla parete cellulare dei microrganismi patogeni, il tubo di rame SANCO® inibisce la formazione di batteri all'interno delle tubazioni dell'acqua adibita al consumo umano, che producono i loro effetti molto pericolosi quando viene nebulizzata e inalata, ad esempio in occasione di docce, idromassaggi o in presenza di fontane. Oltre a un intervento di carattere preventivo, il tubo di rame consente, grazie alle sue proprietà fisiche e chimiche, l'adozione di appropriati interventi decontaminanti (shock termico, clorazione, disinfezione con biossido di cloro, ...) senza incorrere per questo nel pericolo di danneggiare l'impianto.

Nel metabolismo umano il rame è necessario per la crescita e lo sviluppo ed è indispensabile per un buono stato di salute. E' inoltre presente in numerosi cibi che fanno parte della nostra dieta. Prodotti multivitaminici, venduti normalmente in farmacia e al supermercato, includono il rame tra i propri componenti in quanto svolge un'azione antinvecchiamento e antiossidante contro i radicali liberi.

Al termine del suo prolungato ciclo vitale è interamente e facilmente riciclabile, riducendo così la quantità dei rifiuti urbani da smaltire. Il tubo di rame, a differenza di altri materiali, come noto, ha un elevato valore di recupero, sia come sfridi e ritagli sia come materiale dismesso e questo valore, debitamente conteggiato, lo rende ancor più competitivo in termini di costi rispetto ad altri materiali, in particolare ai prodotti plastici.

Da rilevare inoltre, che i tubi realizzati con materie plastiche, quindi attraverso una sintesi della lavorazione del petrolio, comportano per la loro composizione, un attento controllo su diversi parametri chimici. Risulta fondamentale, prima di tutto, conoscere la loro reale composizione chimica e l'eventuale presenza di collanti, additivi, stabilizzanti, coloranti o altri composti che possono essere utilizzati in fase di produzione.

Particolare attenzione sia negli Stati Uniti, sia in diversi paesi nordeuropei è stata posta al livello di benzene riscontrato in acque distribuite con tubi in materiale plastico, oltre che a un'altra molecola, MTBE (metiltert-butiletere), che viene ugualmente utilizzata come additivo nei derivati del petrolio.



CARATTERISTICHE TECNICHE

Lega:	Cu DHP CW024A (Cu : 99,9 % min. P : 0,015 ÷ 0,040%) secondo UNI EN 1412
Dimensioni e tolleranze:	secondo UNI EN 1057
Punto di fusione:	1083 °C
Rugosità assoluta e.:	e. = 0,0015 mm (basse perdite di carico)
Coefficiente di dilatazione termica lineare:	0,0168 mm/m °C
Conduttività termica:	a 20 °C = 364 W/m °C (oltre 1.000 volte superiore a quella delle materie plastiche)
Dilatazione termica:	≅1,2 mm/m con ΔT = 70 °C
Non rammollisce alle alte temperature	
Assoluta impermeabilità ai gas	
Resistente ai raggi UV	
Stato fisico:	R 220 o R 290 secondo UNI EN 1057
I tubi in rotoli vengono forniti nello stato fisico ricotto (R 220) con le seguenti caratteristiche:	
Carico unitario a rottura:	R. min. ≥ 220 MPa (N/mm²)
Allungamento percentuale:	A_5 min. > 40%
I tubi in verghe vengono forniti nello stato fisico duro (R 290) con le seguenti caratteristiche:	
Carico unitario a rottura:	R. min. ≥ 290 MPa (N/mm²)
Allungamento percentuale:	A_5 min. > 3%
Residuo carbonioso (tubi in rotoli):	C < 0,06 mg/dm² (rispetto a C ≤ 0,20 mg/dm² previsto dalla norma UNI EN 1057)

TABELLA DELLE DIMENSIONI DI PRODUZIONE STANDARD

TUBI IN ROTOLI

dimensioni De x Sp	lunghezza rotoli min. garantita	diametro esterno dei rotoli	pressione di scoppio	pressione di esercizio ASTM	contenuto d'acqua
(mm)	(m)	(mm)	(MPa)	(MPa)	(l/m)
6 x 1	**50**	**720**	**69,70**	**17,43**	**0,0126**
8 x 1	**50**	**720**	**52,28**	**13,07**	**0,0283**
10 x 1	**50**	**720**	**41,82**	**10,46**	**0,0503**
12 x 1	**50**	**720**	**34,85**	**8,71**	**0,0785**
14 x 1	**50**	**720**	**29,87**	**7,47**	**0,1131**
15 x 1	**50**	**720**	**27,88**	**6,97**	**0,1327**
16 x 1	**50**	**720**	**26,14**	**6,54**	**0,1539**
18 x 1	**50**	**920**	**23,23**	**5,81**	**0,2011**
22 x 1	25	920	19,01	4,75	0,3142
22 x 1,5	**25**	**920**	**28,51**	**7,13**	**0,2835**

TABELLA DELLE DIMENSIONI DI PRODUZIONE STANDARD

TUBI IN VERGHE (da 5 m in fasci)

dimensioni De x Sp	pressione di scoppio	pressione di esercizio ASTM	contenuto d'acqua
(mm)	(MPa)	(MPa)	(l/m)
6 x 1	**100,30**	**25,08**	**0,0126**
8 x 1	**75,23**	**18,81**	**0,0283**
10 x 1	**60,18**	**15,05**	**0,0503**
12 x 1	**50,15**	**12,54**	**0,0785**
14 x 1	**42,99**	**10,75**	**0,1131**
15 x 1	**40,12**	**10,03**	**0,1327**
16 x 1	**37,61**	**9,40**	**0,1539**
18 x 1	**33,43**	**8,36**	**0,2011**
22 x 1	27,35	6,84	0,3142
22 x 1,5	**41,03**	**10,26**	**0,2835**
28 x 1	21,49	5,37	0,5309
28 x 1,5	**32,24**	**8,06**	**0,4909**
35 x 1	17,10	4,20	0,8550
35 x 1,2	20,63	5,16	0,8347
35 x 1,5	**25,79**	**6,45**	**0,8042**
42 x 1	14,20	3,50	1,2570
42 x 1,2	17,19	4,30	1,2316
42 x 1,5	**21,49**	**5,37**	**1,1946**
54 x 1,5	16,72	4,18	2,0428
54 x 2	**22,29**	**5,57**	**1,9635**
64 x 2	18,81	4,70	2,8274
76,1 x 2	15,82	3,96	4,0828
88,9 x 2	13,54	3,39	5,6612
108 x 2,5	13,93	3,48	8,3323

De = Diametro esterno
Sp = Spessore

Si ricorda che la norma UNI-CIG 7129 relativamente agli "impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione" e la norma UNI-CIG 7131 relativamente agli "impianti GPL per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione" stabiliscono che i tubi di rame devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quanto evidenziato in grassetto nelle tabelle ("SERIE GAS").
Inoltre la norma UNI EN 1057 al punto 6.3.5 stabilisce per le "Tolleranze di lunghezza" che "le lunghezze devono essere maggiori o uguali a quelle ordinate".

INSTALLAZIONE DEI TUBI DI RAME DI EUROPA METALLI NEGLI IMPIANTI IDROTERMOSANITARI

Per una corretta installazione è richiesta l'attenzione su alcuni punti che sono alla base per la validità della garanzia.

Regola d'arte

In base all'art. 7 della Legge 46/90, gli impianti devono essere eseguiti a regola d'arte: i prodotti e la loro installazione devono rispettare la normativa tecnica vigente in materia.

Qualità dell'acqua

Per gli impianti di distribuzione dell'acqua potabile si devono rispettare i requisiti della Direttiva Europea 98/83 e D.L. 31/01.

Velocità dell'acqua

Per gli impianti di acqua fredda e calda di consumo: la velocità massima è di 2 m/s per diametri esterni fino a 28 mm e 2,5 m/s per diametri superiori.

Per gli impianti di riscaldamento la velocità dell'acqua non deve eccedere i seguenti valori:

- tubazioni principali (colonne): 0,9 ÷ 1,3 m/s
- tubazioni secondarie: 0,5 ÷ 0,9 m/s
- diramazioni minori (collegamento agli apparecchi): 0,2 ÷ 0,5 m/s

Degasaggio

Nel caso di forti riduzioni di pressione e in impianti di riscaldamento a vaso aperto, è opportuno inserire un separatore d'aria con scarico automatico.

Distribuzione di gas combustibile

I gas utilizzabili sono quelli previsti dalle norme UNI-CIG 7129 e UNI-CIG 7131 (gas naturale, GPL, gas manufatturato).

Giunzione

Negli impianti di distribuzione dell'acqua potabile si raccomanda l'uso della brasatura capillare dolce con leghe Sn-Ag3 e Sn-Cu3 p.f. 230÷260 °C (UNI EN 29453) e l'uso di disossidanti solubili in acqua compatibili con il tubo di rame (UNI EN 29454-1) e l'uso finale dell'acqua trasportata.

Si consiglia l'uso di raccordi a giunzione capillare conformi alle norme UNI EN 1254. I raccordi meccanici possono essere utilizzati purché in luoghi ispezionabili.

Giunzione acciaio zincato-rame

Il collegamento diretto tra materiali a diverso potenziale elettrochimico, in presenza di un elettrolita, ad esempio l'acqua, provoca una corrosione per contatto a danno del metallo elettrochimicamente meno nobile.

Negli impianti idrosanitari questa situazione si può verificare negli allacciamenti tra rame e acciaio zincato, dove quest'ultimo rappresenta il metallo meno nobile nella coppia galvanica. Questo fenomeno è tuttavia influenzato, fra gli altri fattori, dal rapporto tra l'estensione della superficie dei due metalli. Così un componente di piccole dimensioni, una valvola in ottone ad esempio, montata su una tubatura in acciaio zincato provoca una corrosione irrilevante ai danni del tubo.

Al contrario in un impianto realizzato con tubo di rame, i componenti di metallo meno nobile si corrodono con velocità accresciuta, provocando il fenomeno della colorazione dell'acqua.

Dilatazione termica

In fase di realizzazione degli impianti, si deve tenere conto che la dilatazione dei tubi di rame è circa 1,2 mm/m con un ΔT di 70 °C.

In presenza di una dilatazione termica elevata è necessario adottare appropriati sistemi di compensazione.

Curvatura

Si raccomanda l'uso di utensili specifici per il tubo di rame.

I raggi minimi di curvatura per De ≤ 18 mm sono indicati nel prospetto 9 UNI EN 1057 punto 8.6. Per diametri esterni superiori, a titolo indicativo, si consiglia di utilizzare raggi di curvatura non inferiori a 5-6 volte il diametro esterno del tubo.

Calibratura

È consigliabile la calibratura del tubo nella zona di giunzione per mezzo degli appositi calibratubi.

Indice

Capitolo 1 - Installazione del tubo di rame Sanco® 3

1 Taglio 3

2 Tipologie di giunzione 4
- 2.1 Materiali 4
- 2.2 Configurazione 4
- 2.3 Tecnologia di connessione e di tenuta 5
  - *Raccordi a giunzione capillare* 5
  - *Raccordi misti* 7
  - *Raccordi meccanici* 8
  - *Raccordi a compressione* 8
  - *Raccordi a compressione con bicono* 8
  - *Raccordi a compressione con colletto conico* 8
  - *Raccordi a compressione con guarnizione* 9
  - *Raccordi a pressare (press-fittings)* 10
  - *Raccordi a innesto rapido* 11
  - *Giunti a flangia* 12
  - *Campi d'impiego dei raccordi* 14

3 Tecniche di esecuzione 15
- 3.1 Brasatura 15
  - *Brasatura dolce* 16
  - *Brasatura forte* 17
  - *I flussi disossidanti* 17
  - *L'esecuzione della brasatura* 18
  - *Caratteristiche meccaniche e campi di impiego* 20
- 3.2 Pressatura 20
- 3.3 Innesto rapido 21
- 3.4 Normativa 21

4 Bicchieratura 21

5 Curvatura 22

6 Ricottura 24

7 Posa del tubo di rame 25

8 Dilatazioni termiche 26

9 Compensatori di dilatazione 27

10 Coibentazione 31
- *Polivinilcloruro* 31
- *Polietilene* 31

11 Messa in esercizio degli impianti 34

12 Manutenzione 34

Capitolo 2 - Il rame e l'acqua 35

1 Il rame e l'uomo 35

2 La qualità dell'acqua potabile 36

3 Il rame e gli effetti batteriostatici 39

Capitolo 3 - Normativa e legislazione 45

1 Normativa UNI 45
1.1 Norme di prodotto 45
Norme sui tubi di rame 46
Norme accessorie 50
Norme sui raccordi per tubi di rame 51
Leghe per brasatura 54
1.2 Norme applicative 55
Impianti idrotermosanitari 55
Impianti di riscaldamento 56
Impianti a gas 56
1.3 Norme per la garanzia della qualità 59

2 Normative CEN 60

3 Legislazione nazionale 61
3.1 Sicurezza degli impianti 61
3.2 Risparmio energetico 62
3.3 Distribuzione dell'acqua potabile 64
3.4 Impianti a gas 66

4 La legislazione europea 66

Capitolo 4 - Norme e decreti 73

1 - Installazione del tubo di rame SANCO®

La realizzazione di un impianto contempla una serie di lavorazioni, che limitandoci alle sole tubazioni, possiamo così riassumere:
- tracciatura delle linee,
- prefabbricazione,
- posa in opera delle tubazioni.

In particolare, fra queste lavorazioni, la prefabbricazione e la posa in opera sono molto legate alle caratteristiche intrinseche del materiale con cui è realizzato il tubo.

Infatti, se mettiamo a confronto il tubo di rame con gli altri materiali, troveremo che esso possiede un insieme di caratteristiche pressoché unico: può essere rigido o flessibile, può essere brasato, ma può anche utilizzare raccordi filettati o meccanici a compressione, può essere utilizzato sotto traccia o a vista.

Tutto ciò si traduce in una tecnica di posa in opera molto semplice ed efficace che riteniamo utile riassumere nelle pagine di questo capitolo.

1 TAGLIO

Il taglio del tubo di rame, in qualsiasi stato metallurgico, è eseguito per deformazione a freddo mediante una rotella, opportunamente sagomata, che viene fatta ruotare con l'asse di rotazione parallelo al tubo ed imprimendo ad essa una forza costante ed ortogonale alla generatrice del tubo stesso. La rotella, che funge da utensile per il taglio, è inserita all'estremità di una asta che avanza telescopicamente, azionata da un accoppiamento vite/chiocciola (fig. 1.1).

Dalla parte opposta alla rotella (oltre il tubo) vi sono due ruote, aventi all'incirca lo stesso diametro esterno che, appoggiandosi sulla generatrice del tubo, svolgono la funzione di guida dell'intero attrezzo. L'insieme delle tre ruote (una l'utensile per il taglio e due di guida) viene fatto ruotare intorno al tubo fino ad ottenere il taglio completo.

L'unica accortezza nell'uso è quella di applicare spostamenti radiali della ruota di taglio contenuti ma costanti, ad esempio mezzo giro dell'impugnatura (a cui è solidale la ruota stessa) ogni due giri dell'attrezzo.

Operando in tale modo l'estremità del tubo non rimane curvata all'interno e la superficie interna è praticamente esente da bave. Per eliminare le eventuali bave, sull'attrezzo è montata una lama a triangolo di acciaio duro con la quale è possibile raschiarle e asportarle.

Una limitazione operativa all'uso di questo attrezzo la si incontra quando, per mancanza di spazio, non è possibile farlo ruotare intorno al tubo. In tali condizioni occorre usare un utensile, concettualmente simile, in cui l'insieme delle tre ruote è montato su un corpo unico, azionato da un cricco. Quindi la ruota di taglio compirà sempre un intero arco di circonferenza mentre l'impugnatura si limiterà a spaziare su un arco più limitato.

Il taglio dei tubi di rame può essere eseguito anche con il seghetto, utilizzando a rigore lame da taglio aventi una specifica dentatura; di fatto, specialmente nel settore dell'impiantistica idrotermosanitaria vengono utilizzate lame per il taglio dei tubi di acciaio. Questo crea una maggior quantità di bave all'interno del tubo e, nel caso si debba inserire un raccordo maschio, occorre necessariamente eliminarle, altrimenti non è possibile eseguire l'imbocco. Il taglio eseguito con un seghetto difficilmente è ortogonale all'asse del tubo, salvo non si usino particolari guide, peraltro ingombranti, quindi non combacerà con la battuta interna dei raccordi.

Fig. 1.1 - Tagliatubi a rotella

2 TIPOLOGIE DI GIUNZIONE

Oltre ai tubi, una qualsiasi rete di distribuzione è composta, ovviamente, anche da raccordi ovvero sistemi di giunzione fra i vari elementi di tubazione e fra questi ultimi e le apparecchiature ad essi collegati.

Esistono molti tipi di raccordi, fra loro differenti per il materiale di fabbricazione ma soprattutto per le caratteristiche del prodotto che determinano differenti metodi di installazione e funzioni assolte. Riteniamo pertanto opportuno riassumere in una rassegna ragionata le tipologie presenti sul mercato.

2.1 Materiali

I raccordi per il tubo di rame sono, ovviamente, elementi metallici ma possono essere fabbricati sia con il rame stesso che con alcune leghe di rame.

Al fine di evitare inconvenienti dovuti ad un particolare fenomeno corrosivo, che analizzeremo nel cap. 2, consigliamo fermamente di utilizzare esclusivamente questi materiali.

Le norme UNI EN 1254 (vedi cap. 3) riportano, a titolo di esempio, le seguenti indicazioni (tab. 1.1).

Designazione del materiale		Norma
Simbolo	Numero	
Cu-DHP	CW024A	UNI EN 12449
CuSn5Zn5Pb5-C	CC491K	UNI EN 1982
CuZn36Pb2As	CW602N	UNI EN 12164
CuZn39Pb3	CW614N	UNI EN 12164
CuZn33Pb2-C	CC750S	UNI EN 1982
CuZn15As-C	CC760S	UNI EN 1982

Tab. 1.1 - Rame e leghe di rame per la fabbricazione dei raccordi

Fig. 1.2 - Manicotto ridotto femmina/femmina

2.2 Configurazione

In funzione della geometria del raccordo stesso, si possono individuare le seguenti tipologie:

- manicotti normali e ridotti (fig. 1.2),
- curve a 45°, 90° e 180° (fig. 1.3),
- gomiti a 90°,
- diramazioni a T normali e ridotte (fig. 1.4).

I raccordi vengono designati indicando:

- la denominazione del tipo (esempio: manicotto, curva, T),
- il diametro nominale (cioè il diametro nominale del tubo su cui va inserito il raccordo),
- il diametro della filettatura per i raccordi misti.

Per i raccordi di riduzione vanno indicati i diametri o la filettatura partendo dalla misura maggiore (ad esempio 22-18).

Per i manicotti o raccordi di riduzione con attacco a brasare ed uno filettato, va indicato prima il diametro nominale dell'imbocco a brasare poi quello del terminale filettato.

Per i raccordi a T i diametri vanno indicati nell'ordine mostrato in fig. 5.

È infine necessario ricordare che, generalmente, gli imbocchi dei raccordi si intendono di tipo

Fig. 1.3 - Curva a 90° femmina/femmina

Fig. 1.4 - Raccordo a T femmina/femmina/femmina

femmina, pertanto è indispensabile indicare in modo esplicito gli eventuali imbocchi di tipo maschio.

2.3 Tecnologia di connessione e di tenuta

La normativa per i raccordi può essere riassunta nello schema a blocchi di fig. 1.6.

Analizziamo ora, brevemente, le singole famiglie.

Raccordi a giunzione capillare

La giunzione capillare, brasatura, è l'operazione durante la quale una lega metallica d'apporto viene portata a fusione a contatto dei pezzi da unire preventivamente riscaldati.

La lega, allo stato liquido, penetra nell'interstizio delimitato dalle pareti dei due elementi da unire bagnandone completamente le superfici.

Pertanto i prodotti appartenenti a questa famiglia dovranno essere progettati e costruiti ottimizzando quelle caratteristiche geometriche imposte dal metodo di giunzione suddetto.

Una particolare cura deve essere posta nella realizzazione delle superfici, in particolare quelle a contatto con la lega brasante, che devono esse-

Fig. 1.5 - Ordine per l'indicazione dei diametri nominali

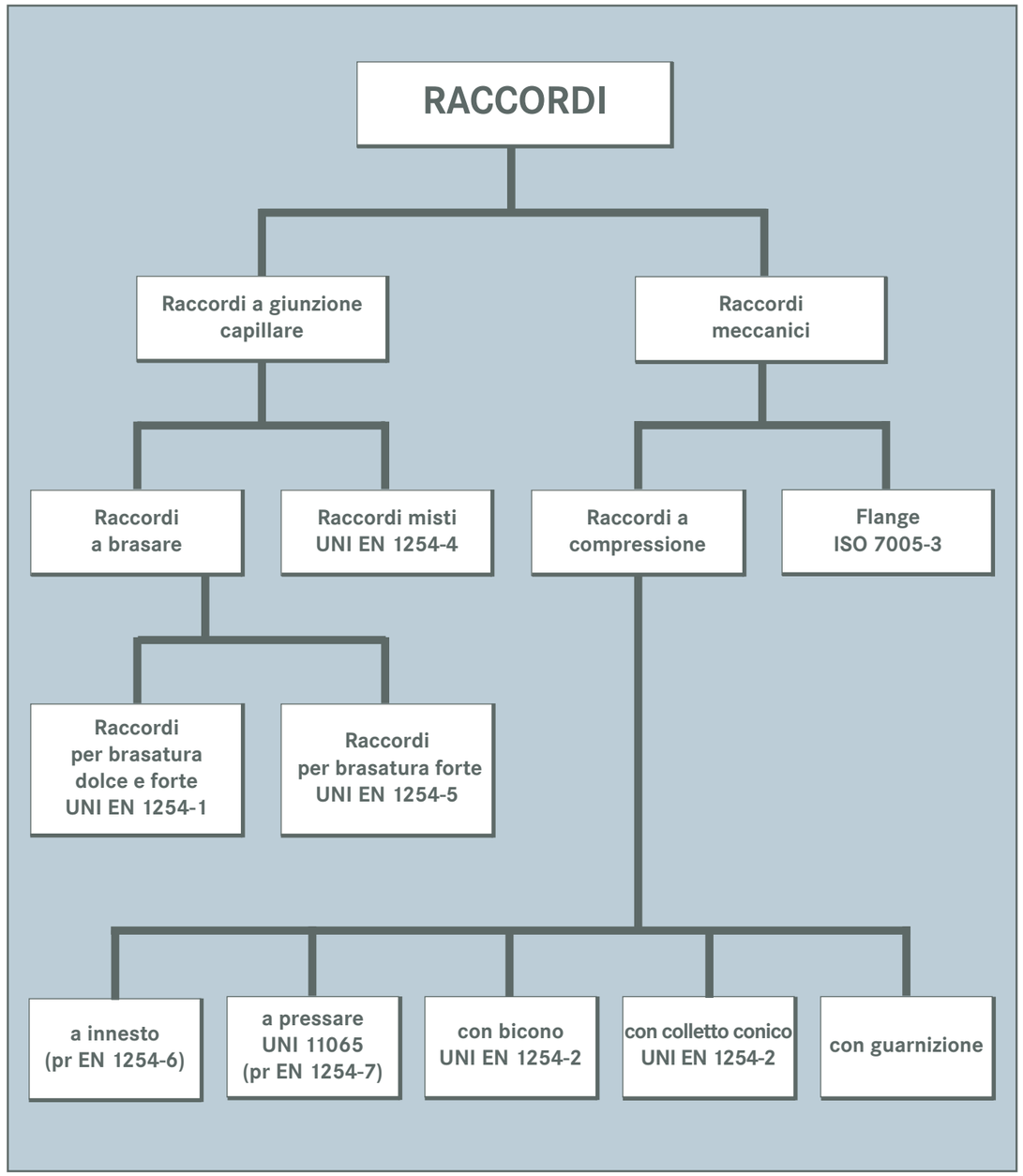

RACCORDI
Raccordi a giunzione capillare
Raccordi meccanici
Raccordi a brasare
Raccordi misti UNI EN 1254-4
Raccordi a compressione
Flange ISO 7005-3
Raccordi per brasatura dolce e forte UNI EN 1254-1
Raccordi per brasatura forte UNI EN 1254-5
a innesto (pr EN 1254-6)
a pressare UNI 11065 (pr EN 1254-7)
con bicono UNI EN 1254-2
con colletto conico UNI EN 1254-2
con guarnizione

Fig. 1.6 - Tipi di raccordi per tubo di rame

re prive di difetti, macchie, solchi, fori o cricche, che possano ostacolare lo scorrimento del metallo fuso e la sua uniforme distribuzione.

Il raccordo dovrà poi presentare una sporgenza verso l'interno (fig. 1.7) avente la funzione di battuta d'arresto per determinare il corretto accoppiamento tra tubo e raccordo ed impedire che il metallo fuso tracimi all'interno, provocando un eccessivo consumo di leghe d'apporto e, conseguenza ancor più grave, riducendo la sezione di passaggio fino, addirittura, ad occluderla.

La caratteristica geometrica, che potremmo definire imprescindibile, è tuttavia, il diametro con le relative tolleranze. Innanzi tutto la gamma di diametri deve essere, evidentemente, congrua a quelle del tubo di rame, inoltre, le tolleranze sul diametro interno devono essere tali da permettere un inserimento corretto del raccordo sul tubo, ma non eccessive poiché un interstizio troppo ampio non consente di ottenere una buona capillarità, cioè una distribuzione omogenea della lega brasante all'interno dell'interstizio.

I raccordi a giunzione capillare, pur essendo possibile ed agevole un loro disassemblamento, sono da considerare raccordi permanenti. Infatti

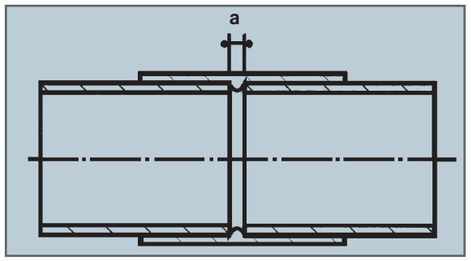


Fig. 1.7 - Battuta di arresto

non è raccomandabile eseguire una seconda volta nello stesso punto la giunzione, per cui nei casi in cui si presentasse la necessità si dovrà procedere a tagliare interamente il tratto di tubo rivestito della lega brasante ed interporre un nuovo raccordo.

Le condizioni di esercizio indicate dalla UNI EN 1254 sono riportate nelle tabb. 1.2 e 1.3.

Raccordi misti

A differenza dei precedenti i raccordi misti sono dotati sia di imbocchi a giunzione capillare che filettati (fig. 1.8).

I raccordi misti permettono limitatamente agli

Temperatura massima °C[1]	Pressione massima per brasatura dolce* (in funzione del diametro nominale [1] [2]) bar		
	da 6 mm compreso a 34 mm compreso	da 34 mm a 54 mm compreso	da 54 mm a 108 mm compreso
30	25	25	16
65	25	16	16
110	16	10	10

[1] **Per applicazioni non previste dalla tabella, è necessario richiedere l'approvazione del produttore dei raccordi.**

[2] **Valori intermedi di pressione possono essere ottenuti per interpolazione.**

**Le leghe per brasatura dolce sono riportate nella tab. 1.8 di pag. 17.*

Tab. 1.2 - Temperature e pressioni massime di esercizio per brasatura dolce

imbocchi filettati, la possibilità di smontare la giunzione e si rivelano particolarmente utili nei punti di transizione per unire, ad esempio, una tubazione di acciaio con una di rame oppure negli allacciamenti degli apparecchi sanitari per i quali esistono specifici raccordi muniti di staffe (fig. 1.8b) per il loro fissaggio alle pareti in modo che il successivo serraggio della giunzione filettata non potrà provocare alcun danno alla giunzione brasata.

Raccordi meccanici

Questa generica definizione contraddistingue tutti i tipi di raccordi che non utilizzano procedimenti tecnologici di brasatura o saldatura per realizzare la giunzione di tubi. La tenuta idraulica e la resistenza meccanica sono affidate al serraggio degli appositi dispositivi e alla presenza di guarnizioni nelle forme e materiali più differenti. Al contrario dei raccordi a giunzione capillare, ed in particolare di quelli a brasare, la caratteristica comune più evidente dei raccordi meccanici risiede nella possibilità di procedere a montaggi e smontaggi successivi al più sostituendo l'elemento di tenuta.

Le altre caratteristiche sono specifiche di ogni singola famiglia e vanno analizzate separatamente.

Raccordi a compressione

Dal punto di vista costruttivo, questi raccordi sono realizzati, generalmente in tre o più pezzi separati, il corpo e i vari dati di serraggio, a cui si aggiungono gli elementi di tenuta, bicono o guarnizioni, che caratterizzano il tipo di raccordo.

Raccordi a compressione con bicono

L'elemento di tenuta è, in questo caso, un anello di ottone (bicono) che viene infilato sul tubo di rame tra il dado ed il corpo del raccordo stesso. La sua particolare sezione fa sì che il serraggio del dado sul corpo genera una forza parallela all'asse del tubo, che determina la tenuta idraulica del giunto, ed una forza perpendicolare, sempre rispetto all'asse del tubo, che blocca il tubo stesso impedendone lo sfilamento.
Le condizioni di esercizio per i raccordi con bicono e con colletto conico, indicate dalla UNI EN 1254, sono riportate nella tab. 1.4.

Raccordi a compressione con colletto conico

È una famiglia di prodotti particolare: infatti pur se alcuni elementi del raccordo sono, generalmente, da unire al tubo di rame per mezzo di brasature, la tenuta idraulica è affidata all'accoppiamento di due superfici conoidali per mezzo della forza prodotta dal serraggio di un dado su una madrevite (fig. 1.9 a/b).

Si tratta, in pratica, di bocchettoni che collegano due tratti di tubazione o un tubo ad un componente, serbatoi, pompe, valvole, ecc., permettendone un eventuale smontaggio o sostituzione.

Questi raccordi, per il loro specifico impiego, non sono molto utilizzati, ma possono rappresentare una valida soluzione per tubazioni di piccolo diametro per le quali non sono disponibili, in alternativa, giunti a flangia.

Temperatura massima °C[1]	Pressione massima per brasatura forte* (in funzione del diametro nominale [1) 2)]) bar			
	da 6 mm compreso a 34 mm compreso	da 34 mm a 54 mm compreso	da 54 mm a 108 mm compreso	da 108 mm a 159 mm compreso
30	**25**	**25**	**16**	**5**
65	**25**	**16**	**16**	**3**
110	**16**	**10**	**10**	**2**

[1] Per applicazioni non previste dalla tabella, è necessario richiedere l'approvazione del produttore dei raccordi.

[2] Valori intermedi di pressione possono essere ottenuti per interpolazione.

**Le leghe per brasatura forte sono riportate nella tab. 1.9 di pag. 18.*

Tab. 1.3 - Temperature e pressioni massime di esercizio per brasatura forte

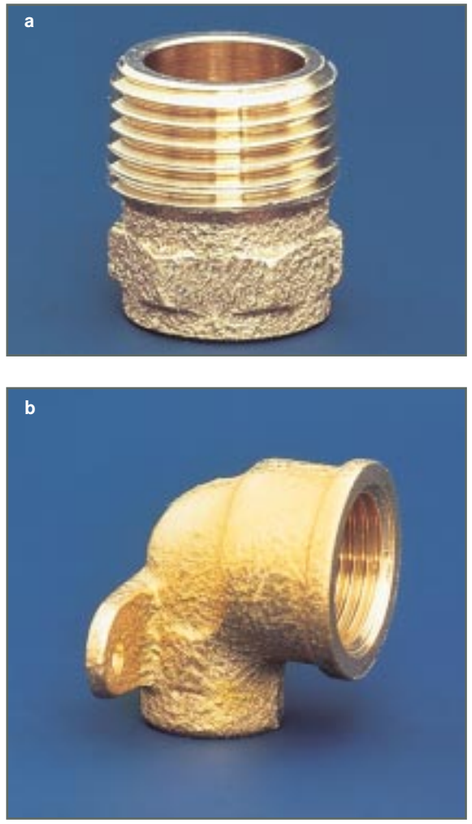


Fig. 1.8 - Raccordi misti in ottone:
a) manicotto femmina/maschio filettato
b) gomito con flangia di fissaggio a 2 fori f/f filettato
c) T femmina a brasare/derivazione femmina filettato

Raccordi a compressione con guarnizione

L'evoluzione tecnologica dei materiali per guarnizioni nonché gli elevati standard qualitativi raggiunti hanno prodotto uno sviluppo notevolissimo sia come quota di mercato che come varietà di prodotti.

Valvole, rubinetti, collettori oltre, naturalmente, ai raccordi affidano la tenuta idraulica ad una guarnizione che, sempre più frequentemente, è di tipo torico (O-Ring) ed in materiali plastici o in gomme altamente modificate. In questo tipo di raccordi la tenuta è dovuta alla compressione della guarnizione che, con l'interposizione di un anello, viene esercitata dal dado per mezzo del

Temperatura massima °C	Pressione massima (in funzione del diametro nominale)[1) 2)] bar	
	tra 6 mm compreso a 54 mm compreso	da 54 mm a 108 mm compreso
30	16	10
65	10	6
110	6	4
120	5	3

1) Valori intermedi di pressione possono essere determinati per interpolazione.

2) Alcuni tipi di raccordi a compressione sono adatti per usi a rapporti temperature/pressioni diversi da quelli indicati in tabella. Per tali applicazioni è necessario seguire le indicazioni del produttore dei raccordi in esame.

Tab. 1.4 - Temperature e pressioni massime di esercizio per raccordi a compressione

serraggio sul corpo (fig. 1.10).

L'installazione è, al pari dei raccordi a bicono, particolarmente semplice ed anche in caso di smontaggio e successivo riavvitamento è sufficiente sostituire la guarnizione torica per ottenere nuovamente la funzionalità del giunto.

Una limitazione all'uso di questo tipo di raccordi è dovuto alla compatibilità della guarnizione con i fluidi trasportati e con le temperature di esercizio.

Raccordi a pressare (press-fittings)

Questo tipo di raccordo (fig. 1.11) , inizialmente nato per l'utilizzo con altri materiali, è da qualche anno utilizzato anche per il rame. Il raccordo, comunemente chiamato anche press-fitting, presenta un O-ring in materiale sintetico, alloggiato in una nicchia toroidale sulla sua parete interna. La giunzione si forma quando si pressa il raccordo contro la parete esterna del tubo: la parte metallica, parzialmente deformata e schiacciata in più

(a)

(b)

Fig. 1.9 a/b - Esempi di raccordi meccanici con sede conica

Temperatura massima °C	Pressione massima bar
30	16
95	10

Nota 1: i raccordi devono poter resistere a temporanee escursioni fino a 110 °C con 6 bar di pressione per 1 ora in caso di malfunzionamento dell'impianto

Nota 2: Per interpolazione si possono ricavare i valori intermedi di pressione ammissibili

Nota 3: alcune tipologie di raccordi a pressare possono essere idonee per temperature/pressioni diverse da quanto indicato; in tale caso occorre richiedere conferma al produttore

Tab. 1.5 - Pressioni e temperature massime per raccordi a pressare per trasporto acqua (classe 1)

punti, garantisce la tenuta meccanica, mentre l'O-ring quella idraulica. L'O-ring può trovarsi a metà della lunghezza dell'inserimento del tubo o al bordo del raccordo.

La deformazione provocata dalla pressatura è presente sia sul raccordo che sul tubo; perché ciò avvenga in modo uniforme è necessario che quest'ultimo si presenti con eccentricità e ovalizzazione nei limiti previsti dalla norma.

Questo sistema consiste in una connessione a

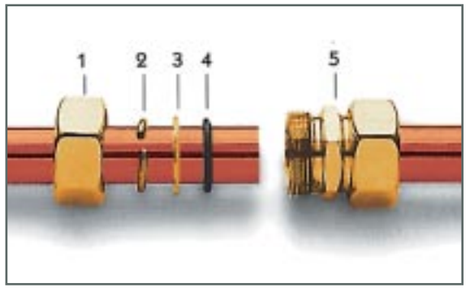


Fig. 1.10 - Raccordo a compressione con guarnizione (O-Ring).
1) Dado di bloccaggio - 2) Anello elastico - 3) Rondella di compressione - 4) O-Ring - 5) Corpo del raccordo

freddo tramite pressione (vedi sequenza fotografica a pag. 13). Si raccomanda di sbavare il tubo dopo il taglio, controllare che la guarnizione sia ben inserita nel raccordo, spingere il raccordo sul tubo fino alla linea di battuta e quindi eseguire la pressatura mediante l'apposito utensile. Una pressione costante prima e dopo il rilievo del raccordo consente al raccordo, al tubo di rame e alla guarnizione di congiungersi in maniera indissolubile con doppia forza.

I raccordi, secondo la norma UNI 11065, che, come già detto, anticipa la norma UNI EN 1254-7, sono suddivisi in due categorie a seconda del loro campo di utilizzo: se sono a contatto con acqua sono designati di Classe 1, se con gas combustibile per uso domestico, di Classe 2. Ogni classe ha le sue condizioni di esercizio.

La norma ammette che un singolo prodotto possa essere conforme ad entrambe le classi.

Raccordi a innesto rapido

E' il tipo di giunzione più semplice e rapido, che addirittura non prevede attrezzature e utensileria per l'esecuzione: le operazioni si riducono

Temperatura massima °C	Pressione massima bar	
	Marcatura PN/5	Marcatura PN/1
-20 a +70	5	1

Tab 1.6 - Pressioni e temperature massime per raccordi a pressare per trasporto gas combustibile per uso domestico (classe 2)

Temperature massime °C	Pressioni massime bar
	Diametro da 6 fino a 54 mm
30	16
65	10
95	6

Tab. 1.7 - Temperature e pressioni massime applicabili nelle giunzioni con l'utilizzo di raccordi a innesto (prEN 1254-6)

solamente al taglio a misura del tubo ed all'innesto.

Il raccordo presenta una parte terminale con all'interno un'O-ring in materiale sintetico e un anello dentato generalmente in acciaio, che funge da meccanismo di blocco/sblocco con tubo inserito; quest'ultimo può essere collegato ad un anello di sfilamento, nel caso si tratti di un raccordo smontabile.

Fig. 1.11 - Raccordi a pressare (press-fittings)

La tenuta idraulica è assicurata dall'O-ring, mentre quella meccanica è realizzata per mezzo dell'anello dentato: questo trattiene il tubo di rame, anche se sottoposto a trazioni di rilevante intensità poiché i denti sono inclinati in maniera tale da opporsi allo sfilamento del tubo.

Le condizioni di esercizio previste dal prEN 1254-6 sono riportate nella tab. 1.7.

Giunti a flangia

I giunti a flangia normalmente non vengono utilizzati sui tubi di piccolo diametro, sono però indispensabili per collegare, ad esempio i tubi a pompe, serbatoi e, in generale quando occorre facilitare il montaggio e lo smontaggio. Nella maggior parte dei casi le flange sono circolari, talvolta ellittiche, ovali (ad esempio per il collegamento di piccole elettropompe) o quadrate (applicazioni navali). Le flange circolari hanno almeno

Asportazione delle bave interne ed esterne

Applicazione del raccordo

Accoppiamento tra tubo e raccordo

Impiego dell'apposito utensile

Pressatura

Giunzione completa

quattro fori o un numero multiplo di quattro. I fori non devono essere in asse con i diametri, orizzontale e verticale, del tubo installato.

Nell'impiantistica idrotermica l'uso delle flange inizia a comparire per diametri al di sopra del pollice, si citano in proposito gli attacchi di alcune elettropompe di circolazione, ove si utilizzano flange con diametri da 1"1/4 in avanti, ovvero, nel caso del tubo di rame, a partire dal 35 mm.

I tubi e le flange di acciaio sono dimensionati in funzione della pressione nominale che è, di fatto, un parametro convenzionale in funzione del quale sono calcolate le tubazioni. Secondo la normativa italiana (UNI 1282 Elementi di tubazione, UNI 1284 Tubazioni - Pressioni di esercizio massime ammissibili ...) si fa riferimento alla pressione nominale correlandola con le condizioni d'esercizio (pressione, temperatura, tipo di fluido). La serie generale delle pressioni nominali degli elementi di tubazione (UNI 1283 "Elementi di tubazione") prevede diciotto valori d'uso corrente: da PN 1 a PN 2500.

La serie delle pressioni nominali per le flange e riportata dalla norma "UNI ISO 7268 - Elementi di tubazione".

Analogamente le norme americane ASA (American Standard Association) per la raccorderia di acciaio ed il valvolame flangiato prevedono il PPR (Primary Pressure Rating) e la classificazione delle pressioni massime ammesse, in funzione delle caratteristiche dei materiali e delle temperature di esercizio. A titolo d'esempio si citano i seguenti rating:

- 150 libbre; corrisponde ad una pressione massima ammissibile di 150 psig (pound/square inch gauge) a 500 °F (260 °C), per tutti i materiali;
- 300 libbre; corrisponde ad una pressione massima ammissibile di 300 psig a 850 °F (454 °C) per l'acciaio al carbonio contenente un massimo di 0,5% Mo, a 975 °F (525 °C) per gli acciai legati.

In Italia fino ad ora, per quanto concerne applicazioni nell'impiantistica civile ed industriale, non esistono norme UNI in merito, relative ai giunti a flangia per i tubi di rame e le sue leghe (bronzo, ottone, ...). Un valido riferimento e la norma ISO 7005-3 (prima edizione: 15/2/1988) e specificatamente la parte terza: "copper alloy and composite flanges". In questa norma, per le flange circolari in lega di rame si fa riferimento a due specifici ratings:

- serie 1 comprendente: ISO PN 16, ISO PN 20, ISO PN 50,
- serie 2 (di uso limitato) comprendente: ISO PN 6, ISO PN 25, ISO PN 40.

I ratings sono definiti in funzione della massima temperatura e pressione d'esercizio.

I principali tipi di flange previsti dalla ISO 7005-3 sono:

- flangia piana in lega di rame per brasatura e saldatura sul tubo,
- flangia libera in materiale ferroso con collare scorrevole piano (slip on) in lega di rame per la saldatura o brasatura del tubo,
- flangia libera in materiale ferroso con collare scorrevole a collarino (welding neck) per la saldatura del tubo,
- flangia cieca (blind) in lega di rame o in materiale ferroso ricoperto da una superficie in lega di rame,
- flangia libera di materiale ferroso con collarino scorrevole in lega di rame per la giunzione del tubo mediante brasatura (dolce o forte) o saldatura,
- flangia a collarino (welding neck) in lega di rame,
- flangia libera (slip on) in lega di rame con sede a tasca per brasatura (dolce o forte) o saldatura.

Le caratteristiche dei vari tipi di flange ed i relativi criteri per la scelta, sono indicati sulla norma sopra citata.

Campi di impiego dei raccordi

È utile riassumere brevemente le differenze esistenti tra un tipo e l'altro di raccordo ed evidenziare gli specifici campi di impiego.

Occorre premettere che, attualmente, non sussistono pregiudiziali limitative nei confronti di alcun tipo di raccordi per l'installazione nei più comuni impianti. Tuttavia, a nostro giudizio, qualche particolare applicazione non è consigliabile.

I raccordi a brasare richiedono una discreta esperienza per la loro corretta installazione ma, dal punto della sicurezza, permettono di ottenere la massima affidabilità. Una rilevante conseguenza di ciò risiede nella massima libertà a nostra disposizione per quanto concerne i campi di applicazione e l'inserimento nelle strutture architettoniche: una giunzione capillare ben eseguita e collaudata può essere posta sottotraccia anche in impianti interni di adduzione del gas (UNI 7129).

L'unico fattore che potrebbe limitarne l'utilizzo è un'eventuale incompatibilità ambientale, ad esempio per la presenza di materiali combustibili che non possano essere rimossi (caso per altro assai raro) durante la fase di riscaldo per eseguire la giunzione.

Al contrario i giunti meccanici sono certamente di più agevole installazione, ma dovranno essere posizionati in luoghi accessibili per ispezioni o manutenzioni poiché la tenuta idraulica, per l'allentamento del serraggio, potrebbe venir meno provocando perdite dannose se non eliminate prontamente.

Questi raccordi, sono nati allo scopo di permettere un loro smontaggio e pertanto l'installazione su tubazioni sottotraccia è, oltre che uno snaturare la loro caratteristica fondamentale, inconciliabile con la necessaria ispezionalità.

Un compromesso è rappresentato dal loro inserimento in cassette dotate di uno sportello apribile e di dimensioni adeguate a permettere le operazioni di manutenzione.

Rispetto ai raccordi tradizionali, quelli a pressare si caratterizzano per la velocità e la facilità di installazione, che ne hanno decretato il successo e la rapida diffusione. Questa semplicità non deve fare trascurare all'installatore elementari precauzioni e la cura degli strumenti di lavoro, consistente anche nella pulizia delle ganasce e nella manutenzione periodica dell'attrezzo di pressatura.

I raccordi a innesto sono ancora più semplici dei press-fitting e hanno la possibilità di essere smontabili; bisogna segnalare che, al momento della stampa di questo manuale, non sono ancora normati. Pertanto è opportuno consigliarne l'utilizzo solo per determinate e particolari situazioni, come per esempio impianti di natura temporanea (cantieri, campeggi, ...).

Per quanto concerne infine la flange abbiamo già evidenziato che la limitazione principale è dovuta al, relativamente grande, diametro minimo che, conseguentemente ne riduce la diffusione.

Non è tuttavia trascurabile una loro caratteristica poco nota e sfruttata: la possibilità di ottenere in modo relativamente semplice l'isolamento elettrico necessario all'interruzione della continuità tra diversi tratti di tubazione.

3 TECNICHE DI ESECUZIONE

3.1 Brasatura

Il fenomeno che contraddistingue questo tipo di giunzione, che più correttamente è detta per brasatura capillare, è la penetrazione del metallo allo stato fuso nell'interstizio per capillarità, per mezzo, cioè di quella forza che si instaura nell'interstizio, purché sufficientemente piccolo, o di un tubo capillare, generata dalla tensione superficiale di un liquido che ne bagni le pareti (fig. 1.12). Questa proprietà dipende quindi dal potere bagnante del liquido e cioè dalla sua tensione di vapore superficiale, nonché dalla distanza tra i pezzi.

I liquidi che hanno buone proprietà di penetrazione capillare tendono naturalmente, qualora posti su una superficie piana, metallica o non metallica, a stendersi su di essa in modo uniforme, senza rimanere sotto forma di goccia.

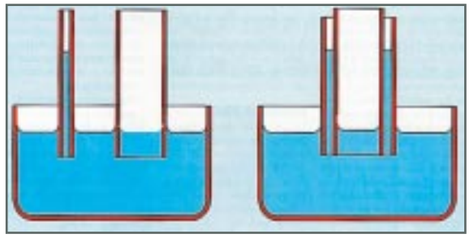


Fig. 1.12 - Effetti della capillarità

La capillarità permette di vincere la forza di gravità, pertanto le brasature capillari possono essere eseguite anche dal basso verso l'alto con il giunto posizionato nel modo definitivo. L'altezza di risalita del metallo fuso, in funzione della larghezza dell'interstizio, è mostrata in fig. 1.13.

Le leghe utilizzabili per la brasatura del rame sono molto numerose e sono state classificate, come abbiamo già anticipato (vedi cap. 3.1.1), in funzione di alcuni parametri, primo fra tutti la temperatura di fusione.

Le due grandi famiglie di leghe sono individuate dalla UNI EN 1057 nel modo seguente:

- leghe per brasatura dolce, sono leghe con temperatura di fusione inferiore a 450° C,
- leghe per brasatura forte, sono leghe con temperatura di fusione superiore a 450° C.

Le distinzioni ulteriori sono date dalla composizione chimica della lega e dal campo di applicazione a sua volta influenzato dalla composizione chimica.

Brasatura dolce

Le leghe brasanti, tra quelle individuate dalla UNI EN 29453, idonee alle applicazioni nel campo dell'idrotermosanitaria sono del tipo stagno-argento o stagno-rame, entrambe del tipo senza piombo.

Riportiamo, nella tab. 1.8, le caratteristiche salienti delle principali leghe.

Come possiamo notare sono caratterizzate dall'avere una composizione chimica molto simile,

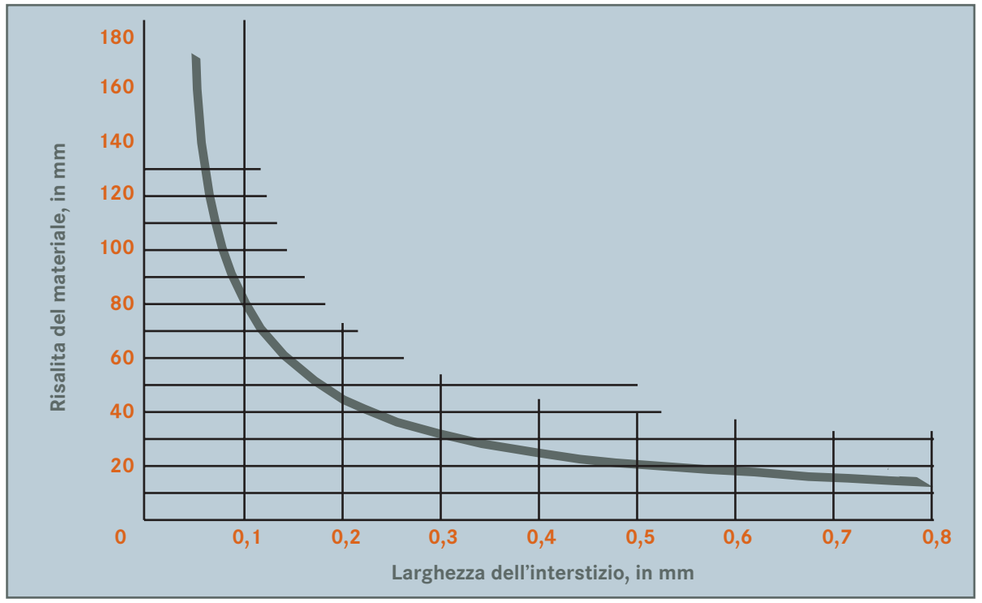


Fig. 1.13 - Risalita del materiale di saldatura per effetto della capillarità

Gruppo	Lega n°	Designazione	Intervallo di fusione	Composizione chimica %			
			°C	Sn	Cu	Ag	Totale impurità
Stagno	**23**	**S-Sn99Cu1**	**230-240**	**resto**	**0,45- 0,90**	**0,05**	**0,2**
Rame	**24**	**S-Sn97Cu3**	**230-250**	**resto**	**2,5-3,5**	**0,05**	**0,2**
Stagno	**28**	**S-Sn96Ag4**	**221**	**resto**	**0,05**	**3,5-4,0**	**0,2**
Argento	**29**	**S-Sn97Ag3**	**221-230**	**resto**	**0,10**	**3,0-3,5**	**0,2**

Tab. 1.8 - Leghe per brasatura dolce secondo UNI EN 29453

lo stagno è l'elemento fondamentale, e da un intervallo di temperature di fusione compreso tra i 220 e i 250 °C.

La lega brasante è, comunemente, commercializzata sotto forma di filo e confezionata in pratici rocchetti, esistono tuttavia anche altre forme commerciali.

Tra queste possiamo citare gli anelli da inserire tra il tubo ed il raccordo, semplici da utilizzare ma poco pratici per quanto concerne la necessità di disporre sempre di una gamma abbastanza estesa di diametri e le paste, contenenti anche il disossidante, da spalmare sul tubo.

Brasatura forte

La norma UNI EN 1044 specifica la composizione chimica di un gran numero di leghe d'apporto per la brasatura forte. Di seguito ne verranno elencate solo alcune a titolo di esempio. Le leghe usate nell'impiantistica idrotermosanitaria sono caratterizzate da un'alta percentuale di argento e rame e si possono dividere sommariamente in due classi:

- leghe a base di rame-fosforo (indicate con il simbolo CP seguito da tre cifre)
- leghe a base di argento (con il simbolo AG seguito da tre cifre)

Anche la scelta delle leghe per brasatura forte richiede una particolare attenzione, infatti alcune di esse contengono elementi metallici che non devono essere posti a contatto con l'acqua potabile. Riteniamo quindi opportuno consigliare l'uso di leghe esenti da cadmio (Cd ≤ 0,01%). Al contrario la lega L Ag40Cd (ISO 3677 B-Ag40ZnCd-Cu-595/630) può essere opportunamente utilizzata per gli impianti di riscaldamento in considerazione del più favorevole intervallo di fusione (compreso tra 595 e 630 °C).

Nella tabella 1.9 riportiamo le caratteristiche principali di alcune tra le leghe più usate.

I flussi disossidanti

I flussi per brasatura devono essere scelti anch'essi in funzione del tipo di brasatura; infatti quelli per brasatura dolce sono stabili, cioè non si decompongono, in un intervallo di temperatura insufficiente a comprendere le più elevate temperature della brasatura forte.

Inoltre è necessario che siano compatibili con la lega d'apporto utilizzata, tuttavia alcune caratteristiche generali possono essere richiamate.

Un buon disossidante deve:

1) fondere ad una temperatura inferiore di 50÷100 °C rispetto a quella di solidus della lega d'apporto ed essere stabile fino ad una temperatura di 150÷200 °C più elevata della temperatura di liquidus;
2) spandersi sulle superfici da brasare sotto

Simbolo abbreviato	Designazione (secondoUNI EN ISO 3677)	Intervallo di fusione	Composizione chimica, min-max (% in massa)				
		°C	Ag	Cu	Zn	Cd	Altri
AG 203	B-Ag44CuZn-675/735	675-735	43-45	29-31	resto	-	-
AG 206	B-Cu44ZnAg-690/810(Si)	690-810	19-21	43-45	resto	-	Si 0,05-0,25

Simbolo abbreviato	Designazione (secondoUNI EN ISO 3677)	Intervallo di fusione	Composizione chimica, min-max (% in massa)			
		°C	Cu	Ag	P	Altri[1]
CP104	B-Cu89PAg-645/810	645-810	resto	4,5-5,5	5,7-6,3	-
CP105	B-Cu92PAg-645/825	645-825	resto	1,5-2,5	5,9-6,7	-
CP202	B-Cu93P-710/820	710-820	resto	-	6,6-7,4	-
1) La norma fissa dei limiti per le impurezze, che non devono superare lo 0,15%						

Tab. 1.9 - Leghe per brasatura forte secondo UNI EN 1044

forma di un velo sottile, senza bolle d'aria e possedere una bassa viscosità, appena raggiunto lo stato liquido, in modo da scorrere facilmente sulle superfici del giunto quando inizia a depositarsi il materiale d'apporto, indipendentemente dall'inclinazione del giunto rispetto all'orizzontale;

3) dissolvere gli ossidi eventualmente presenti sulle superfici da collegare ma soprattutto impedire la riossidazione durante la fase di riscaldo;
4) aumentare la fluidità del materiale d'apporto in modo che quest'ultimo possa raggiungere e riempire completamente l'interstizio tra tubo e raccordo;
5) al termine della brasatura non lasciare sostanze corrosive e, possibilmente essere solubile in acqua.

In commercio i disossidanti per brasatura dolce vengono forniti sotto forma di paste o fluidi e devono essere conformi alla norma UNI EN 29454.

I disossidanti per brasature forti all'argento sono formati da miscele a base di tetraborato e fluoruri di potassio, disponibili anch'essi sotto forma di paste, polveri o, talora, come rivestimento della bacchetta di lega brasante essi devono essere conformi alla norma UNI EN 1045.

L'esecuzione della brasatura

La distinzione tra brasatura dolce e brasatura forte è dovuta, come già detto, alla diversa temperatura di fusione della lega di apporto la quale, a sua volta, determina una differenziazione dei procedimenti da seguire per realizzare la giunzione.

La brasatura dolce è realizzabile con un cannello utilizzante GPL, quindi un'attrezzatura molto semplice e maneggevole oppure con "pinze elettriche".

Le sequenze delle fasi per realizzare una brasatura dolce sono (fig. 1.14):

- taglio a misura del tubo, eventuale rimozione delle bave e calibratura;
- pulizia dell'estremità mediante telasmeriglio fine;
- applicazione di uno strato sottile ed uniforme di disossidante sul tubo;
- esecuzione dell'accoppiamento raccordo-tubo;
- riscaldamento del giunto;
- applicazione della lega brasante;
- asportazione di eventuali residui di disossidante.

È necessario sottolineare alcuni aspetti.

- L'uso del tagliatubi a rotella garantisce un taglio a squadra perfettamente combaciante con la battuta all'interno del raccordo.
- Le sbavature esterne rendono, ovviamente, difficoltoso l'inserimento del raccordo, ma ben più pericolose possono risultare quelle interne poiché in grado di provocare cavitazione e quindi corrosione-erosione.
- La calibratura è fondamentale per ottenere i giochi necessari a generare il fenomeno della capillarità, in particolar modo sui tubi ricotti di diametro superiore a 16 mm, essi sono commercializzati in rotoli ed è possibile che risultino leggermente ovalizzati.
- La pulizia serve ad eliminare lo strato di ossido che impedisce al metallo fuso di bagnare le pareti del giunto e che rende molto precario il legame tra metallo e lega brasante.
- La lega brasante non deve essere messa a contatto della fiamma, essa deve liquefarsi per

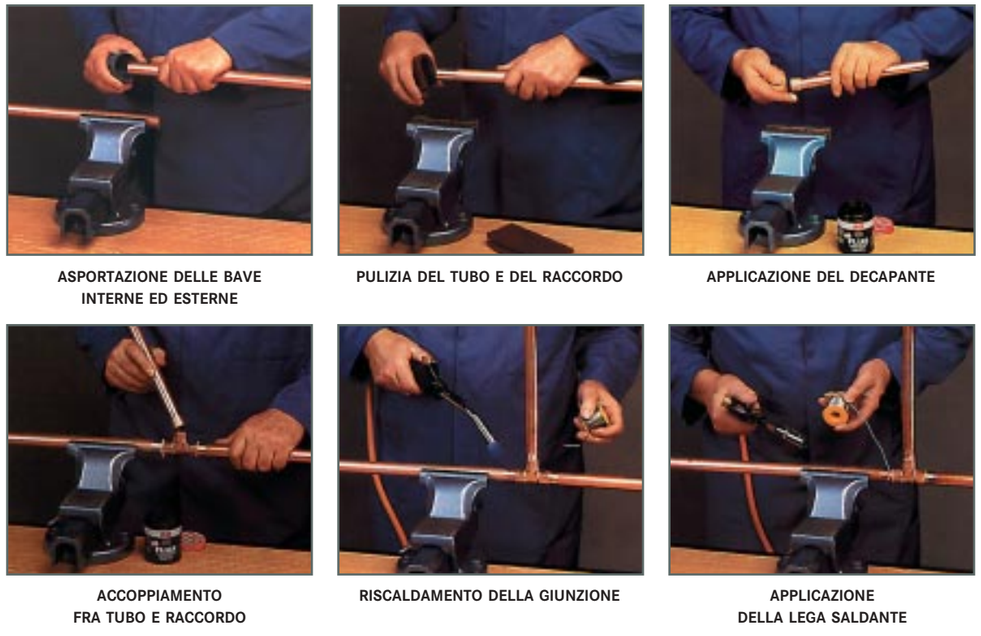

ASPORTAZIONE DELLE BAVE INTERNE ED ESTERNE
PULIZIA DEL TUBO E DEL RACCORDO
APPLICAZIONE DEL DECAPANTE
ACCOPPIAMENTO FRA TUBO E RACCORDO
RISCALDAMENTO DELLA GIUNZIONE
APPLICAZIONE DELLA LEGA SALDANTE

Fig. 1.14 - Alcune fasi per la realizzazione di una brasatura

il solo contatto con le pareti calde.

- L'uso del flusso, come già detto, serve ad impedire la riossidazione della superficie del tubo di rame (molto elevata alla temperatura di brasatura) ed a fluidificare la lega che così scorre meglio all'interno del giunto.
- I flussi da utilizzare devono essere solubili in acqua in modo che gli eventuali residui possano essere asportati con un semplice lavaggio.
- Il riscaldamento del giunto deve essere fatto indirizzando la fiamma sul raccordo (e non sul tubo) al fine di ottenere una temperatura più omogenea tra le pareti del tubo e quelle del raccordo.

Le temperature necessarie alla realizzazione di una brasatura forte sono invece ottenibili solo per mezzo di fiamme ossiacetileniche o similari, cioè con una attrezzatura decisamente più ingombrante, inoltre la regolazione della fiamma richiede una discreta esperienza.

La fusione della lega d'apporto necessita di una quantità di energia superiore, risulta pertanto opportuno, dopo il riscaldamento iniziale del giunto, accostare bacchetta di lega al giunto e proseguire nel riscaldamento per mezzo della fiamma ossiacetilenica spostando via via il contatto lungo la circonferenza del raccordo.

Inoltre, nel caso di leghe rame-fosforo, non si utilizzano disossidanti poiché è il fosforo presente in lega ad assolvere la funzione.

La brasatura forte, in particolare con le leghe al fosforo, è meno influenzata dal fenomeno della capillarità, infatti tende a formare con facilità il cordone di brasatura: questo fenomeno è vantaggiosamente utilizzabile nel collegamento di tubi di grande diametro sui quali è difficoltoso raggiungere su tutta la superficie di contatto la temperatura omogenea necessaria alla diffusione uniforme della lega brasante.

Caratteristiche meccaniche e campi d'impiego

Per quanto concerne le caratteristiche meccaniche è bene infine precisare che la brasatura forte non è sempre la "più forte".

In altre parole la resistenza meccanica dei giunti realizzati per brasatura forte non è sempre più elevata di quella ottenibile per brasatura dolce.

Infatti le temperature più elevate raggiunte nella realizzazione di una brasatura forte provocano una ricottura del tubo di rame che ne riduce la tenacità.

Poiché lo "sfilamento" del raccordo, brasato correttamente, a seguito della grande superficie di contatto, potrebbe avvenire a valori di sforzo più elevati di quelli necessari alla rottura del tubo è quest'ultimo, a temperatura ambiente, a determinare la resistenza meccanica della tubazione.

Quando invece le temperature di esercizio delle tubazioni aumentano, le leghe basso-fondenti possono subire scorrimenti viscosi più marcati del decremento di caratteristiche meccaniche del tubo.

L'altro fattore da non trascurare è la capillarità: nelle giunzioni dirette, ovvero senza l'interposizione di raccordi, non è sempre possibile garantire interstizi sufficientemente piccoli perché il fenomeno si verifichi, in questo caso è preferibile indirizzarsi sulla brasatura forte.

Infine, a causa delle temperature raggiunte con la brasatura forte, i raccordi in ottone resistenti alla dezincificazione potrebbero perdere la loro peculiarità, per possibili modificazioni di natura metallurgica.

3.2 – Pressatura

Una delle caratteristiche di questa giunzione è data dalla semplicità di esecuzione, soprattutto sui diametri maggiori: l'installatore dovrà avere cura solo di scegliere le ganasce compatibili con la pressatrice. Si opera a freddo, in assenza di fiamme.

La giunzione prevede diversi passaggi:

1) Il taglio del tubo. Non sono richiesti particolari accorgimenti, anche se, come nella brasatura, si consiglia di usare un tagliatubi a rotella, per avere un taglio perpendicolare ed evitare ovalizzazioni.
2) La sbavatura. Bisogna sbavare accuratamente l'interno e l'esterno dei tubi di rame: una bava non asportata potrebbe danneggiare l'O-ring! E' necessario inoltre verificare che il raccordo sia pulito e che la posizione dell'O-ring sia corretta. Non si devono usare lubrificanti o oli.
3) L'inserimento del raccordo. A questo punto si inserisce il raccordo, agevolando l'operazione mediante rotazione del raccordo stesso, che può anche non avere il fermo di battuta.
4) La pressatura. Si sistemano le ganasce della pressatrice perpendicolarmente sul raccordo, curando che siano adatte alle dimensioni del tubo e del tipo previsto dal produttore. A questo punto, si avvia l'utensile di pressatura fino alla completa chiusura della ganascia.

3.3 Innesto rapido

La realizzazione di una giunzione ad innesto rapido, come già detto, non richiede utensili specifici, limitando l'intervento dell'operatore alla preparazione del tubo. I passi necessari sono i seguenti:

1) Il taglio del tubo. Si effettua preferibilmente con un tagliatubi a rotella.
2) La sbavatura. Anche nel caso del raccordo ad innesto, una installazione a regola d'arte prevede che vengano eliminate eventuali bave interne ed esterne.
3) La calibratura. Alcuni produttori consigliano di calibrare il tubo ricotto dopo il taglio e la sbavatura
4) L'inserimento. Si inserisce il raccordo fino al fermo di battuta oppure, se questo non ci fosse, fino ad un segno sul tubo applicato in precedenza.

La possibilità in alcuni tipi di smontare il raccordo aumenta la praticità di questa innovativa tecnologia: in questo caso le case produttrici forniscono anche un attrezzo speciale, simile ad una forcella, le cui estremità a ferro di cavallo premono uniformemente contro l'anello di smontaggio. Quest'ultimo fa in modo che i denti dell'anello di bloccaggio si allarghino, permettendo l'estrazione e la riutilizzazione del raccordo. La sua velocità di smontaggio lo rende adatto anche all'utilizzo in impianti temporanei (come per esempio cantieri o campeggi).

3.4 Normativa

Riteniamo utile anticipare qualche notizia sul progetto di norma europea prEN 14905 *("Plumbing fittings - Recommended practice for the installation of copper and copper alloy plumbing fittings")* sulla installazione dei raccordi per il tubo di rame. Essa descrive come si installano a regola d'arte le varie tipologie di raccordi.

Per esempio, nel paragrafo dedicato alla brasatura si elencano le operazioni da seguire per ottenere una brasatura corretta. Questo paragrafo è a sua volta diviso in tre sottoparagrafi:

- brasatura dolce;
- brasatura forte, con lega d'apporto a basso contenuto d'argento;
- brasatura forte, con lega d'apporto ad alto contenuto d'argento.

Si noti che per "basso contenuto d'argento" si intendono quelle leghe d'apporto contenenti fosforo, che funge da disossidante.

Non ci sono sostanziali differenze rispetto a quanto scritto in questo Manuale, altri testi tecnici e articoli su stampa specializzata.

4 BICCHIERATURA

Una soluzione alternativa all'uso dei raccordi a brasare per la giunzione di due tubi di uguale diametro, ma non solo, consiste nel realizzare in una dei due tubi un "bicchiere". In questo modo il secondo tubo potrà facilmente inserirsi nel primo

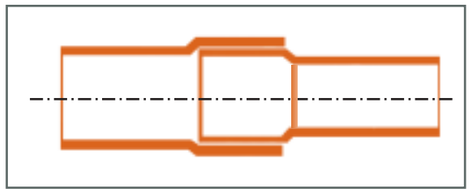


Fig. 1.15 - Rappresentazione schematica di un bicchiere

Fig. 1.16 - Espansore a pinza

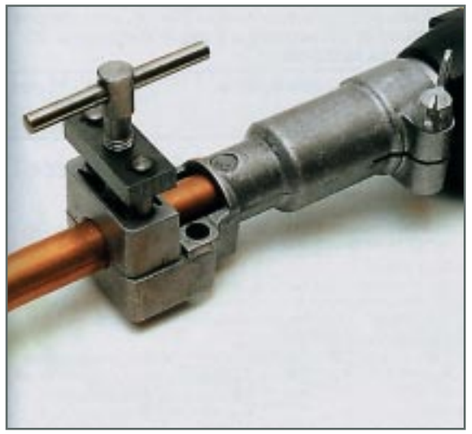


Fig. 1.17 - Espansore elettrico

e tramite una brasatura realizzare una perfetta tenuta (fig. 1.15).

Per tale operazione bisogna disporre di uno specifico attrezzo: l'espansore.

In commercio ne esistono di due tipi:

- manuale (per tubi da 10 a 22 mm), una pinza appositamente sagomata e facilmente maneggiabile permette di effettuare l'operazione anche in spazi ristretti (fig. 1.16),
- elettrici (per tubi da 8 a 42 mm), la testina espansore viene montata agevolmente su un trapano elettrico e permette di velocizzare l'operazione (fig. 1.17).

Da notare che l'espansore a pinza rispetto alla testina, conferisce al tubo una superficie interna del bicchiere di tipo prismatico esagonale.

Ovviamente, dovendo agire su un tubo allo stato fisico crudo, occorre prima effettuare la ricottura locale. Per quanto concerne l'estremità dell'altro tubo da raccordare, occorre rettificare l'eventuale ovalizzazione.

Nel caso di tubi di rame preisolati, prima delle operazioni sopra descritte, in adiacenza all'estremità va rimosso un tratto del rivestimento. L'adozione del giunto a bicchiere richiede un maggiore tempo d'esecuzione per la formazione del bicchiere: per contro dimezza il numero di brasature per raccordare due tubi di rame fra di loro.

5 CURVATURA

Fra le proprietà che caratterizzano il rame ed i relativi semilavorati, la seconda per importanza, dopo la conduttività elettrica e termica, è la malleabilità.

Il sempre maggiore utilizzo del tubo di rame è dovuto appunto anche alla elevata plasticità del materiale, che consente di sagomare il tubo senza alcuna difficoltà.

I tubi di rame senza saldatura per la distribuzione dei fluidi vengono forniti (UNI EN 1057) secondo tre stati fisici: ricotto, semiduro, e duro.

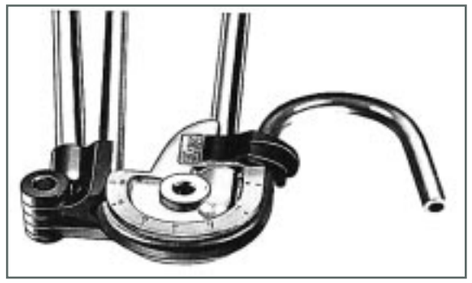


Fig. 1.18 - Curvatubi

Il carico unitario di rottura a trazione (R min.) non deve essere inferiore rispettivamente a:

- ricotto 220 N/mm^2
- semiduro 250 N/mm^2
- duro 290 N/mm^2

Analogamente l'allungamento (A min.):

- ricotto 40%
- semiduro 20÷30%
- duro 3%

Un dato particolarmente significativo della plasticità del materiale è rappresentato dalle prove di allargamento, di curvatura e bordatura del tubo ricotto. Durante la prova di allargamento, i tubi devono sopportare una deformazione fino al 30% senza presentare ad occhio nudo segni di rottura o difetti tali da pregiudicare l'efficienza del tubo.

Ancor più significativa risulta essere, tuttavia, la prova di curvatura che deve essere eseguita nelle condizioni consuete di lavoro utilizzando, cioè, utensili piegatubi senza mandrino calibratore interno. Lo spezzone di tubo sul quale viene eseguita la prova deve essere piegato a 90° con un raggio minimo di curvatura che varia (vedi tab. 1.10) in funzione del diametro.

Il successivo esame visivo, ad occhio nudo, non deve rilevare la presenza di difetti (strappi) sulla superficie esterna.

I tubi allo stato fisico ricotto possono essere piegati a mano, appoggiando il tubo su un ginocchio tuttavia, operando esclusivamente con le mani, si ottengono raggi di curvatura non costanti e con raggi di curvatura ridotti si rischia, addirittura, lo schiacciamento. È, al contrario, consigliato vivamente l'uso di curvatubi che possono essere sia manuali che motorizzati. Ormai sono disponibili unità molto maneggevoli ed altrettanto leggere, che possono essere trasportate agevolmente in cantiere.

Citiamo alcuni tipi di curvatubi:

- il curvatubi più elementare è costituito dalle cosiddette molle di acciaio che vanno inserite, all'esterno o all'interno del tubo di rame. Le molle da applicare all'esterno del tubo vengono impiegate per il tubo ricotto, nudo, per una gamma dimensionale che va da Ø 6 mm al Ø 22 mm esterno. Per la piegatura del tubo di rame ricotto rivestito, la molla viene inserita all'interno del tubo. Questa seconda apparecchiatura consente di piegare tubi fino al Ø 18 mm. Entrambe le tipologie di curvatubi hanno pesi ridottissimi: entro 0,5 kg.
- i curvatubi a ruota (fig. 1.18) consentono di

Diametro esterno nominale De (mm)	Raggio minimo di curvatura (mm)	
	raggio interno	raggio in corrispondenza dell'asse neutro
6	27	30
8	31	35
10	35	40
12	39	45
14	43	50
15	48	55
16	52	60
18	61	70

Tab. 1.10 - Raggio minimo di curvatura

piegare tubo di rame ricotto, nudo e rivestito fino al Ø 18 mm. Con altri tipi di curvatubi a ruota è possibile curvare tubo di rame crudo fino al Ø 18 mm. Questi utensili possono pesare fino a 2 kg. I curvatubi a ruota da banco, azionati manualmente, consentono di eseguire piegature di tubi di rame ricotto fino a Ø 42 mm, con un raggio di curvatura pari a 3 volte il raggio del tubo e piegature di rame crudo fino a Ø 28 mm con un raggio di curvatura pari a 4 volte il raggio del tubo. Attualmente questo tipo di curvatubi a ruota da banco è stato trasformato in una unità, fissata su un apposito supporto smontabile, azionata elettricamente che consente di eseguire curve e controcurve in spazi ridotti e con vari angoli di apertura.

- un terzo tipo di curvatubi è stato derivato da un apparecchio realizzato originariamente per la piegatura dei tubi di acciaio. È composto da un telaio a forma di triangolo isoscele, lungo la bisettrice dell'angolo opposto alla base minore agisce un attuatore, che ha all'estremità una matrice con profilo circolare. L'attuatore può essere costituito da una cremagliera o da un pistone oleodinamico azionato da una pompa manuale o elettrica. In corrispondenza con i vertici dei rimanenti angoli del telaio, sono posizionati (uno per parte) dei settori di riscontro sui quali si appoggia il tubo durante la piegatura. Con questo tipo di attrezzatura è possibile realizzare la piegatura dei tubi di rame ricotti nudi e rivestiti fino a Ø 22 mm, con un raggio di curvatura pari a circa 3,5 volte il raggio del tubo (nudo). Il peso di questi apparecchi raggiunge i 4 kg.

L'utilizzo delle apparecchiature sopra descritte non richiede il riempimento dei tubi, tecnica utilizzata nel passato quando non erano disponibili né le attrezzature attuali, né l'attuale gamma di gomiti e curve. Va comunque rammentato che la tecnica di piegatura del tubo di rame, condotta a caldo dopo riempimento del tubo stesso, consente in assoluto il migliore mantenimento degli spessori sia nella parte compressa che in quella tesa.

6 RICOTTURA

Il tubo di rame, allo stato fisico crudo, presenta una minore plasticità rispetto allo stato fisico ricotto.

Questa condizione limita enormemente le deformazioni del tubo stesso. La necessità di deformare, anche solo localmente, il tubo di rame può sussistere - ad esempio - per curvare un tubo crudo con diametro maggiore di 28 mm o per consentire l'espansione al fine di realizzare, direttamente all'estremità del tubo, il bicchiere (manicotto) che permette l'esecuzione di un collegamento con giunto brasato.

L'operazione di riscaldamento, per arrivare alla ricottura, consiste nel portare il materiale ad una temperatura compresa fra i 500 e 600 °C (color rosso). Oltrepassare i 600 °C, può portare all'ingrossamento spropositato dei grani della struttura cristallina, addivenendo quindi all'infragilimento del materiale. Per il riscaldamento è utilizzabile sia la fiamma ossiacetilenica che quella ossipropanica. Usando il cannello ossiacetilenico, vanno evitati i surriscaldamenti locali dovuti al contatto del dardo con il tubo per i motivi sopra citati.

Il cannello ossipropanico consente un riscaldamento più sicuro in quanto produce una fiamma con una intensità di calore più uniforme.

Per valutare la temperatura raggiunta dal tubo, occorre controllare che la luce emessa dal tubo sia rosso-scura (non chiara). L'uso di gessi colorati o altre sostanze che a contatto col tubo e in virtù della temperatura raggiunta, hanno un comportamento inequivocabile (cambia il colore, scompaiono, bruciano), di fatto viene effettuato molto raramente.

Terminata la ricottura, contrariamente all'acciaio, il tubo di rame può essere raffreddato immergendolo in acqua senza problemi di alterazione della struttura cristallina. Con l'immersione in acqua si ottiene anche una sicura rimozione di eventuali pellicole che si fossero formate durante il riscaldamento.

7 POSA DEL TUBO DI RAME

Quando viene dimensionato un impianto, il problema, che sempre si incontra, è quello di dover trasferire, nell'unità di tempo, una certa quantità di fluido.

In funzione del tipo di fluido e della lunghezza complessiva della condotta (rete), occorre ottimizzare due grandezze che caratterizzano la condotta stessa, ovvero: perdita di carico distribuita e diametro. Tutto questo rispettando i limiti di velocità ammessi per quel determinato fluido e dovuti a vari fenomeni (erosione, rumore, spinte del fluido nelle curve, ecc.).

Definito il diametro della condotta e delle eventuali derivazioni, almeno nel settore dell'impiantistica idrotermosanitaria, il progettista, nella maggior parte dei casi, ha terminato il suo compito, indicando su una pianta il tracciato e i diametri delle tubazioni integrati, al più, da qualche sezione trasversale "tipica" ove è indicato l'insieme delle tubazioni e di eventuali parti di altri impianti.

I problemi della posa, o meglio degli staffaggi e della compensazione delle dilatazioni termiche, vengono spesso liquidati, in forma descrittiva, nel capitolato con frasi quanto meno ermetiche.

Le maggiori difficoltà sorgono nella posa dei tratti a vista delle tubazioni: è evidente che quanto meno ci si debba porre in condizioni di evitare un aspetto antiestetico delle tubazioni stesse con andamenti ondulatori e non rettilinei.

Nel tipo di impiantistica, a cui si riferisce questo manuale, la distanza fra due appoggi successivi può essere determinata secondo il criterio che pone un limite alla freccia di scostamento della rettilineità.

Normalmente una tubazione continua, orizzontale, è vincolata su più appoggi (campate).

Ai fini del calcolo della massima distanza fra i supporti, si considera la tubazione orizzontale appoggiata su tre supporti equidistanti (n = 2 campate).

Il valore massimo della distanza fra due appoggi può essere ricavato indirettamente dall'espressione che fornisce la freccia massima. Con la configurazione geometrica adottata, l'espressione che dà il valore della freccia massima "f", pur con una certa approssimazione numerica peraltro accettabile, è la seguente:

$$f = 0{,}00542 \cdot q \cdot L^4 / E \cdot J$$

dove:

- f = freccia (in m)
- q = carico uniformemente distribuito; si assume, in questo caso uguale alla somma della massa lineica del tubo più la massa del fluido contenuto (N/m)
- L = distanza fra due appoggi adiacenti (m)
- E = modulo di elasticità di Young, per il rame allo stato fisico incrudito si assume il valore $132.000 \cdot 10^6$ N/m^2
- J = momento d'inerzia equatoriale (m^4) per il tubo $J = (\pi/64) \cdot (D^4 - d^4)$

Ricavando L e sostituendo il valore dei simboli si ha:

$$L = \sqrt[4]{f \cdot 132.000 \cdot 10^6 \cdot (\pi/64) \cdot (D^4 - d^4)/0{,}00542 \cdot q}$$

ponendo f (freccia massima) = 0,3 mm si ha:

$$L = \sqrt[4]{0{,}0003 \cdot 132.000 \cdot 10^6 \, (\pi/64) \cdot \sqrt[4]{(D^4 - d^4)/0{,}00542 \cdot q}}$$

da cui:

$$L = 137{,}61 \cdot \sqrt[4]{(D^4 - d^4) \, / \, q}$$

Nel caso di tubo di rame convogliante acqua

(es. a 4 °C) applicando la presente formula, viene calcolata la massima distanza fra due appoggi al variare delle dimensioni dei tubi di rame.

I risultati, arrotondati numericamente, sono riportati di seguito:

Dimensioni (mm)	Massima distanza (mm)	Dimensioni (mm)	Massima distanza (mm)
6 x 1	700	22 x 1,5	1450
8 x 1	850	28 x 1,5	1650
10 x 1	950	35 x 1,5	1850
12 x 1	1050	42 x 1,5	2050
14 x 1	1150	54 x 2	2300
15 x 1	1200	76,1 x 2,5	2750
16 x 1	1250	88,9 x 2,5	3000
18 x 1	1300	108 x 3	3300

Lo staffaggio dei tubi di rame normalmente viene eseguito fissando direttamente il tubo sulla parete con apposite staffe oppure staffando il o i tubi, su un supporto metallico (guida) a sua volta fissato alla parete. Le figg. 1.19 e 1.20 riportano alcune soluzioni specifiche.

Con il termine generico di staffa, si indicano tre tipologie di appoggio: semplice, scorrevole o punto fisso. In funzione di questa diversa tipologia, di fatto si hanno staffe di forme diverse. Prima di eseguire la posa degli staffaggi, occorre procedere alla tracciatura della linea rispettando le eventuali pendenze previste a disegno. Eseguendo le operazioni di tracciatura si ha automaticamente un riscontro di eventuali interferenze con altri impianti.

Per completezza si riporta qui di seguito la tabella indicata nel prEN 14905, e contenuta al punto 6.1.1 della UNI TS 11147, riportante le distanze massime per lo staffaggio.

Diametro nominale del tubo (mm)	Distanze massime raccomandate per lo staffaggio (mm) Orizzontale	Verticale
12, 14, 15, 16, 18	1,2	1,8
22, 28	1,8	2,4
35, 42	2,4	3,0
54	2,7	3,0

8 DILATAZIONI TERMICHE

In conseguenza dell'aumento di temperatura le tubazioni si dilatano. L'allungamento di un tubo e più in generale di un qualsiasi solido, è rappresentato analiticamente dalla seguente espressione:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

dove:

α = coefficiente di dilatazione lineare ($1{,}68 \cdot 10^{-5}\ K^{-1}$ tra 25 e 100 °C)
L = lunghezza del tratto di tubo in esame (m)
ΔT = salto termico (espresso in °C), ovvero la differenza fra la massima temperatura d'esercizio e la minima.

Ad esempio: nel caso di una condotta rettilinea di rame, lunga 40 m, posata con una temperatura ambiente di 5 °C e che in esercizio può raggiungere 85 °C, l'allungamento conseguente è:

$\Delta L = 0{,}0000168 \cdot (85 - 5) \cdot 40 = 0{,}0538\ m \approx 54\ mm.$

Se la condotta suddetta si trovasse fra due apparecchi fissi (esempio pompa e batteria di scambio) ed avesse un diametro limitato (18 x 1mm), in conseguenza dell'incremento di temperatura, si verificherebbe molto probabilmente solo una flessione del tubo con sollecitazioni dannose per eventuali organi intermedi (ad esempio valvolame). Se il tubo ha un diametro maggiore, ad esempio 76,1 x 2,5 mm, quindi una

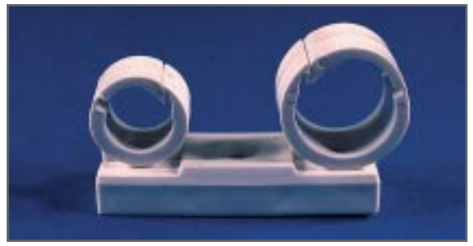
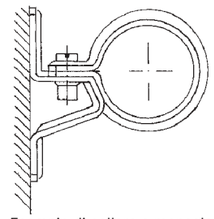
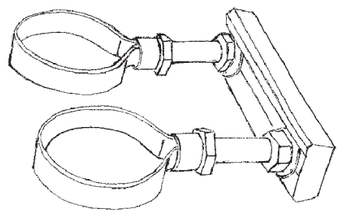


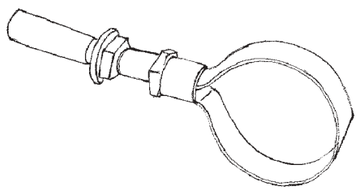
Fig. 1.19 - Collarini di fissaggio a muro



Esempio di collare a mensola
per tubazioni inclinate o orizzontali



Esempio di staffaggio a muro su guida



Esempio di staffaggio direttamente a muro

Fig. 1.20 - Esempi di staffaggi

elasticità minore, si potrebbero manifestare sollecitazioni assiali elevate. In conseguenza dell'impedimento alla dilatazione, nasce una sollecitazione:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E$$

con:

$$\varepsilon = \Delta L/L = \alpha \cdot \Delta T$$

$E = 132.000\ N/mm^2$ (rame incrudito)

quindi:

$\sigma = 0{,}0000168 \cdot (85 - 5) \cdot 132.000 = 177{,}41\ N/mm^2$

Tale valore corrisponde a oltre il 60% del minimo carico unitario di rottura a trazione (290 N/mm^2).

Per completezza si calcola la spinta esercitata dal tubo sulle apparecchiature (punti fissi) poste all'estremità. La spinta viene calcolata con la seguente espressione:

$$F = \sigma \cdot S$$

dove:

σ = 177,41 N/mm^2 calcolata precedentemente
$S = \pi \cdot (D^2 - d^2)/4 = \pi \cdot (76{,}1^2 - 73{,}6^2)/4 =$
$= 293{,}93\ mm^2$

sostituendo si ha:

$$F = 177{,}41 \cdot 293{,}93 \approx 52.150\ N$$

valore tutt'altro che trascurabile.

Quanto sopra, evidenzia che le dilatazioni termiche provocano deformazioni e sollecitazioni alle tubazioni e sforzi alle estremità. Se ne evince che, nel caso in cui il tratto considerato non è rettilineo, le deformazioni della condotta, in funzione della geometria del tracciato, possono risultare tali da sollecitare pericolosamente punti caratteristici quali curve, derivazioni, estremità, ecc..

9 COMPENSATORI DI DILATAZIONE

La posa delle tubazioni avviene solitamente in spazi abbastanza obbligati e, sebbene in fase di definizione dei tracciati, si cerchino sempre solu-

zioni che, in funzione della geometria, consentano di compensare le dilatazioni termiche, talvolta occorre fare ricorso anche ai giunti di dilatazione. Ne esistono di due tipi:

- giunti con spinta sulla tubazione;
- giunti senza spinta sulla tubazione.

Di seguito vengono esaminati i primi. I secondi si applicano piuttosto raramente nell'impiantistica idrotermica.

I giunti di dilatazione con spinta sulla tubazione si applicano quando, in un tratto rettilineo, le estremità sono bloccate (punti fissi). Per rispettare le migliori condizioni di esercizio, il giunto di dilatazione dovrebbe essere posto sulla mezzeria fra i punti fissi. Questa soluzione è preferibile, anche quando sul tratto rettilineo vi sono delle derivazioni in grado di assorbire spostamenti.

In tal caso il giunto è sottoposto a deformazione da entrambe le estremità. Il giunto di dilatazione può essere messo anche vicino ad uno dei punti fissi solo quando nel tratto rettilineo non vi sono derivazioni. Questa seconda soluzione consente minori oneri per la realizzazione dei supporti di guida.

Prendiamo in considerazione un tipo di compensatore elementare: la classica U (loop) (fig. 1.21). La U è in grado di assorbire la compressione (o l'espansione) della tubazione, sfruttando la propria flessibilità. La lunghezza dei bracci della U, indicata con "b" in figura, può essere calcolata partendo da schematizzazioni più o meno vicine al reale comportamento del giunto. Adottiamo, a titolo d'esempio, la schematizzazione più semplice. La forza F, conseguente ad una dilatazione termica, viene ad essere applicata all'elemento trasversale, il braccio del giunto. Secondo la presente schematizzazione, si suppone il braccio incastrato in A. In tale punto il momento flettente è dato dalla:

$$M_f = F \cdot b$$

la sollecitazione conseguente è rappresentata dalla:

$$\sigma_f = M_f / W$$

dove il momento resistente rispetto all'asse è:

$$W = J / (D/2)$$

sostituendo nell'espressione, che rappresenta la tensione, si ha:

$$\sigma_f = (F\ b / J) \cdot (D/2)$$

seguendo ancora l'ipotesi della trave incastrata in A e caricata all'estremità da una forza F, la freccia "f" è data dall'espressione:

$$f = (F\ b^3)/(3E\ J) = (Fb / J) \cdot (b^2/3\ E)$$

sostituendo nell'espressione della tensione si ricava:

$$\sigma_f = (3\ D\ f\ E)/ (2\ b^2)$$

risolvendo rispetto a b si ha:

$$b = \sqrt{(3\ D\ f\ E)/(2\ \sigma_f)}$$

in fase di progettazione:

$$\sigma_f = \sigma_r/K$$

e adottando:

σ_r = 290 N/mm^2 (rame incrudito)
K = 3

si ottiene:

$$\sigma_f = 290/3 = 96{,}67\ N/mm^2$$

inoltre:

E = 132.000 N/mm^2 (rame incrudito)

l'espressione che fornisce la lunghezza del braccio della U diventa:

$$b = \sqrt{(3 \cdot D \cdot f \cdot 132.000)/(2 \cdot 96{,}67)} = 45{,}26 \sqrt{f\ D}$$

Con la schematizzazione adottata non si è tenuto conto che, di fatto, il braccio della U in A compie una rotazione, con conseguente inflessione del tratto avente lunghezza L. Pertanto l'espressione, è valida solo per b > L.

Costruttivamente la U può essere realizzata partendo da un tubo di rame in verga (stato fisico incrudito) e sagomata a freddo con l'ausilio dei curvatubi già descritti. I giunti ad omega o a lira (fig. 1.22) sono simili alle U, ma costruttivamente più impegnativi.

A titolo esemplificativo, si riportano di seguito i dati caratteristici per la realizzazione dei compensatori di dilatazione più comuni:

Compensatori a U realizzati senza raccordi (fig. 1.23).

Dal diagramma di fig. 1.24, in funzione della dilatazione fra F_1 ed F_2 si ricava il braccio H (fig. 1.23) del compensatore.

Successivamente occorre verificare che L_0 non sia inferiore al minimo valore riportato in tab. 8, analoga verifica va fatta per H. Per valori di L_0 minori dei minimi consentiti, si applicano ad H le maggiorazioni indicate nella tab. 1.9.

Con riferimento a quanto detto in precedenza, è raccomandabile che la U venga posta in mezzeria fra le due diramazioni, in modo tale che $l_0 = L_0/2$.

Compensatori a U realizzati con raccordi a brasare (fig. 1.25). Si utilizza tubo di rame allo stato fisico incrudito. La U può essere quadrata (H = A) o rettangolare (H = 2A). I valori di H in funzione del diametro del tubo e della dilatazione sono riportati nelle tabb. 1.11 e 1.12.

Compensatori ad omega ed a lira (fig. 1.22). Per la scelta del raggio di curvatura si fa riferimento alla tab. 1.13.

Fino ad ora abbiamo esaminato giunti di dilatazione aventi dimensioni in funzione della dilatazione ed anche degli spazi disponibili per la posa. Questi giunti si possono prefabbricare anche in cantiere. In alternativa esistono anche i compensatori assiali a soffietto (fig. 1.25) che peraltro, almeno in Italia, vengono impiegati raramente nell'impiantistica idrotermica con tubazioni di rame. Applicazioni sono visibili, per gli impianti suddetti, a bordo delle navi. Per la loro scelta occorre far riferimento ai seguenti dati:

- diametro della tubazione;

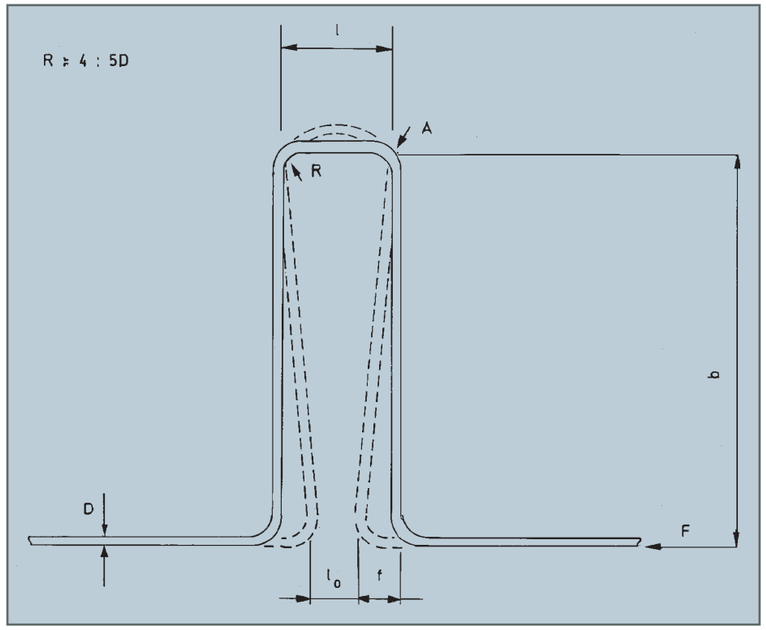


Fig. 1.21 - Compensatori di dilatazione a U (loop)

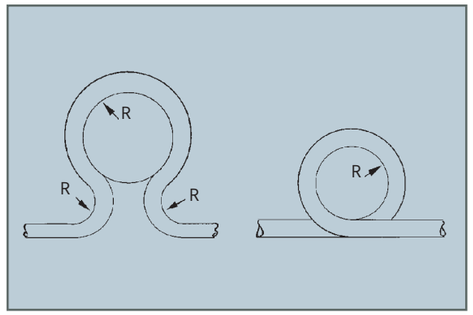


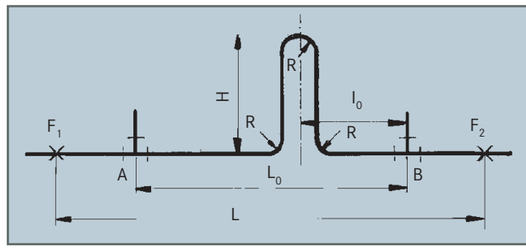
Fig. 1.22 - Compensatori di dilatazione a omega e a lira

Diametro del tubo	12x1	14x1	18x1	22x1,5	28x1,5
L_o minimo (mm)	1000	1200	1400	1600	1800
H minimo	250	300	350	400	450

Tab. 1.11 - Loop realizzati senza raccordi, valori minimi di L_o e di H

$L_o = 0{,}75\ L_o$ minimo	H = 1,10 H minimo
$L_o = 0{,}50\ L_o$ minimo	H = 1,40 H minimo

Tab. 1.12 - Loop realizzati senza raccordi, maggiorazioni da apportare ad H per valori di L_o minori di L_o minimo



L distanza tra due punti fissi F_1 ed F_2

L_0 distanza tra due diramazioni prossime al compensatore

I_0 distanza della mezzeria del compensatore dalla diramazione più vicina

H braccio del compensatore

R i raggi di curvatura del tubo (circa 4 ÷ 5 volte il diametro esterno di questo)

Fig. 1.23 - Compensatori di dilatazione a U senza raccordi

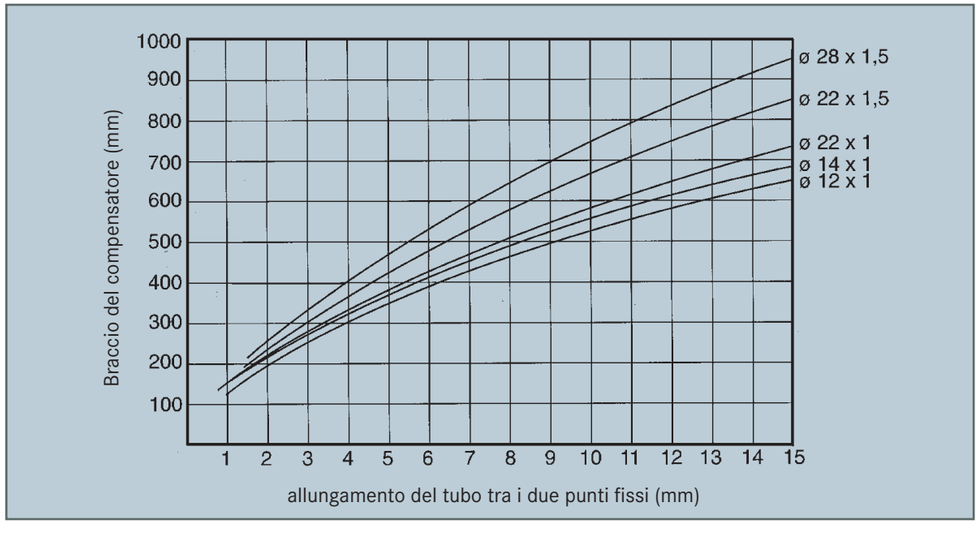


Fig. 1.24 - Lunghezza del braccio del compensatore a U

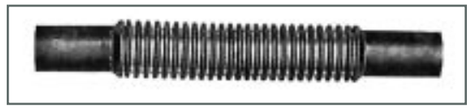


Fig. 1.25 - Compensatore di dilatazione a soffietto

- pressione massima d'esercizio;
- pressione al collaudo dell'impianto;
- temperature d'esercizio (massima e minima);
- dilatazione da assorbire;
- durata (numero di cicli) desiderata.

Particolare cura va posta per il posizionamento delle guide del tubo in prossimità del giunto di dilatazione. È quindi consigliabile ogni volta consultare le pubblicazioni e le specifiche tecniche dei costruttori di tali apparecchi.

10 COIBENTAZIONE

Nell'impiantistica civile i fluidi convogliati hanno livelli termici più contenuti rispetto agli impianti industriali. Ciò nonostante sono ammesse dispersioni limitate, non tanto ai fini dei parametri di processo, quanto per limitare i consumi di energia. Ecco quindi che anche le tubazioni realizzate con tubi di rame vengono coibentate con materiali e metodologie varie. I tubi di rame vengono forniti preisolati, seppur limitatamente allo stato fisico ricotto (da 6 a 22 mm). Il prerivestimento dei tubi di rame viene eseguito in stabilimento secondo due procedimenti distinti:

- estrusione del materiale direttamente sul tubo;
- rivestimento del tubo con guaina continua fabbricata precedentemente.

Con il primo procedimento vengono estrusi i seguenti tipi di materiali:

Polivinilcloruro
È stato il primo esempio di tubo di rame rivestito. Il rivestimento, in alcuni casi, può presentarsi a forma stellare (fig. 1.26) per creare una intercapedine d'aria isolante.

Applicazioni:
- reti di distribuzione sotto traccia per acqua fredda e calda, raccolta condensa dei ventilconvettori (per ogni apparecchio è consigliabile almeno il 16 mm);
- distribuzione di combustibili gassosi alle utenze;
- reti di adduzione del gasolio dalla cisterna ai bruciatori.

Polietilene
Applicazioni:
- reti sotto traccia di impianti idrotermici;
- reti interrate di impianti a gas.

Con il secondo procedimento i tubi vengono rivestiti con i seguenti materiali:
- polietilene espanso, a cellule chiuse,
- polietilene espanso, a cellule chiuse ricoperto da pellicola di polietilene compatto,
- elastomerico a cellule chiuse.

Applicazioni:
- reti di distribuzione sotto traccia per acqua

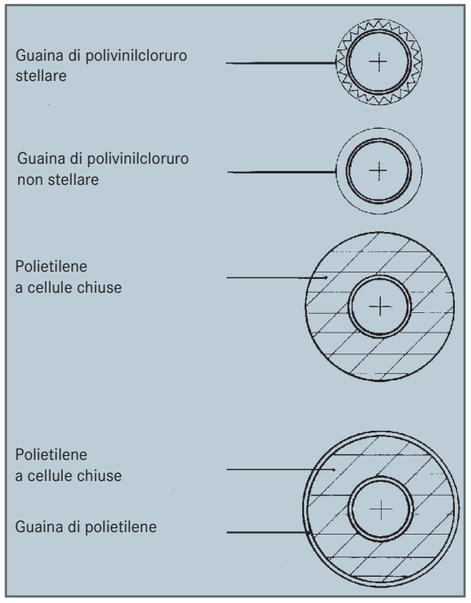

Guaina di polivinilcloruro stellare
Guaina di polivinilcloruro non stellare
Polietilene a cellule chiuse
Polietilene a cellule chiuse
Guaina di polietilene

Fig. 1.26 - Tipi di guaine

Tab. 1.13 - Lato H (cm) del compensatore di dilatazione quadro con raccordi in funzione del diametro esterno D (mm) del tubo e della dilatazione ΔL (mm) da assorbire

diametro esterno De mm \ dilatazione ΔL mm	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
10	5,8	8,2	10,2	11,6	13,0	14,2	15,4	16,4	17,4	18,4
12	6,4	9,0	11,0	12,7	14,2	15,6	16,8	18,0	19,1	20,1
14	6,9	9,7	11,9	13,8	15,4	16,8	18,2	19,5	20,6	21,7
15	7,1	10,1	12,3	14,2	15,9	17,4	18,8	20,1	21,3	22,5
16	7,4	10,4	12,7	14,7	16,4	18,0	19,5	20,8	22,1	23,3
18	7,8	11,0	13,5	15,6	17,4	19,1	20,6	21,4	23,4	24,7
20	8,2	11,6	14,2	16,4	18,4	20,1	21,7	23,3	24,7	26,0
22	8,6	12,2	14,9	17,3	19,3	21,1	22,8	24,4	25,9	27,3
25	9,2	13,0	15,9	18,4	20,6	22,5	24,3	26,0	27,6	29,1
28	9,7	13,8	16,8	19,5	21,7	23,8	25,7	27,5	29,2	30,8

Formula: $A = 1{,}3 \sqrt{D \cdot \Delta L}$

Tab. 1.14 - Lato H (cm) del compensatore di dilatazione rettangolare con raccordi in funzione del diametro esterno D (mm) del tubo e della dilatazione ΔL (mm) da assorbire

diametro esterno De mm \ dilatazione ΔL mm	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
10	6,7	9,5	11,8	13,4	15,0	16,4	17,8	19,0	20,1	21,2
12	7,4	10,4	12,7	14,7	16,4	18,0	19,4	20,8	22,1	23,2
14	7,9	11,2	13,8	15,9	17,8	19,4	21,0	22,5	23,8	25,1
15	8,2	11,6	14,2	16,4	18,4	20,1	21,7	23,2	24,6	26,0
16	8,5	12,0	14,0	17,0	19,0	20,8	22,5	24,0	25,5	26,8
18	9,0	12,7	15,6	18,0	20,1	22,1	23,8	24,7	27,0	28,5
20	9,5	13,4	16,4	19,0	21,2	23,2	25,1	26,8	28,5	30,0
22	10,0	14,1	17,2	19,9	22,2	24,4	26,3	28,1	29,9	31,5
25	10,6	15,0	18,4	21,2	23,7	26,0	28,1	30,0	31,8	33,5
28	11,2	15,9	19,4	22,5	25,1	27,5	29,7	31,8	33,7	35,5

Formula: $A = 1{,}5 \sqrt{D \cdot \Delta L}$

Tab. 1.15 - Raggio R (cm) del compensatore di dilatazione a lira o a spirale in funzione del diametro esterno D (mm) del tubo e della dilatazione ΔL (mm) da assorbire

diametro esterno De mm \ dilatazione ΔL mm	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
10	2,9	4,1	5,1	5,8	6,5	7,1	7,7	8,2	8,7	9,2
12	3,2	4,5	5,5	6,4	7,1	7,8	8,4	9,0	9,6	10,1
14	3,4	4,9	6,0	6,9	7,7	8,4	9,1	9,7	10,3	10,9
15	3,6	5,0	6,2	7,1	8,0	8,7	9,4	10,1	10,7	11,3
16	3,7	5,2	6,4	7,4	8,2	9,0	9,7	10,4	11,0	11,6
18	3,9	5,5	6,8	7,8	8,7	9,6	10,3	10,7	11,7	12,3
20	4,1	5,8	7,1	8,2	9,2	10,1	10,9	11,6	12,3	13,0
22	4,3	6,1	7,5	8,6	9,6	10,6	11,4	12,2	12,9	13,6
25	4,6	6,5	8,0	9,2	10,3	11,3	12,2	13,0	13,8	14,5
28	4,9	6,9	8,4	9,7	10,9	11,9	12,9	13,8	14,6	15,4

Formula: $R = 0{,}65 \sqrt{D \cdot \Delta L}$

calda di impianti idrosanitari;
- reti di distribuzione di fluidi caldi di impianti di riscaldamento;
- reti di distribuzione acqua refrigerata (alimentazione dei ventilconvettori).

Lo spessore dei materiali isolanti sopra menzionati, in riferimento alle condizioni di esercizio ed alle tipologie di posa indicate dai fabbricanti, nel rispetto della normativa vigente varia da 6 mm (per il tubo da 6 mm) a 10 mm (per il 22 mm). In alternativa per la coibentazione delle tubazioni si fa uso normalmente di guaine, fornite in lunghezza standard di 2 m e con spessori diversi. Le guaine possono essere anch'esse realizzate con:
- polietilene espanso a cellule chiuse;
- materiale elastomerico a cellule chiuse.

Per tali materiali sono disponibili anche alcuni pezzi speciali, in particolare le curve. Ogni guaina deve essere inserita sul tubo preferibilmente durante la posa e va raccordata a quelle adiacenti mediante apposito collante. La posa delle guaine a tubazione installata richiede il taglio longitudinale di ogni guaina ed il successivo incollaggio. Tale procedimento, oltre a richiedere tempi di posa maggiori, è meno efficace in quanto l'incollaggio delle guaine non sempre risulta perfetto.

L'uso delle guaine, almeno con riferimento alla situazione attuale dell'impiantistica in Italia, si limita per lo più a diametri esterni fino a 54 mm, oltre vengono impiegate le coppelle.

Queste ultime possono essere di:
- polistirolo di adeguata densità;
- poliuretano espanso;
- lana minerale (lana di vetro, lana di roccia).

Le coppelle vengono rivestite con laminati metallici (lamiera zincata, alluminio) oppure, limitatamente ad applicazioni all'interno di edifici e per tubi non convoglianti acqua surriscaldata o vapore, possono essere impiegati tubi di cloruro di polivinile. Quando si fa uso di guaine a cellule

chiuse per rivestire tubazioni di acqua fredda e refrigerata, la barriera vapore (o anticondensa) è di per sé garantita, salvo accertarsi della corretta esecuzione delle giunzioni. Utilizzando invece le coppelle ad esempio di polistirolo o di lana minerale, occorre realizzare appositamente la barriera vapore con materiali specifici.

Fin qui si è parlato di materiali per il rivestimento e la coibentazione dei tubi e delle relative tecniche di posa, un altro fattore importante, oltre alle caratteristiche di coibenza, è il comportamento al fuoco di tali materiali. La situazione ottimale sarebbe quella di avere materiali per il rivestimento e/o la coibentazione dei tubi, di classe 0, ovvero incombustibili (ad esempio la lana minerale).

Attualmente una buona parte dei materiali usati sotto forma di guaine, estrusi e coppelle sono di classe 1, cioè autoestinguenti. Va posta comunque particolare attenzione ai fumi tossici che possono essere emessi da questi materiali, anche se di tipo autoestinguente, in relazione ai luoghi ove saranno installate le tubazioni.

Un'altra proprietà, che i materiali per coibentazione potrebbero possedere, è la bassa emissività di fumi; di fatto ciò non è necessario poiché le tubazioni degli impianti idrosanitari, in particolare quelle di piccolo diametro, sono collocate quasi esclusivamente sotto traccia.

11 MESSA IN ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI

Quando un qualsiasi impianto viene installato e le tubazioni sono ancora a vista, meglio se non ancora coibentate, occorre procedere ai collaudi. In tal modo un eventuale intervento risulta essere facilmente eseguibile e non distruttivo delle successive opere murarie.

12 MANUTENZIONE

Le reti di distribuzione dei fluidi realizzate con tubo di rame, in virtù delle caratteristiche del materiale, non richiedono alcuna specifica manutenzione. Eventuali interventi manutentivi sugli impianti sono dovuti ad esempio alla presenza di sostanze varie (improprie) nei fluidi convogliati che devono essere eliminate o alla sostituzione di guarnizioni (su bocchettoni a sede piana o su giunti flangiati).

Se si devono svuotare impianti di riscaldamento o ad acqua refrigerata realizzati con tubo di rame, nell'ipotesi che rimangano vuoti per un certo tempo, il tubo non subisce alcuna alterazione. Altrettanto non accadrebbe se i tubi fossero di acciaio, in quanto all'interno si avrebbe la formazione di ruggine. Inoltre, se le operazioni di svuotamento fossero ripetute ciclicamente sull'acciaio, si rischierebbe di danneggiare irreparabilmente le tubazioni stesse.

L'applicazione, esternamente al tubo di rame, di pitture è un fatto puramente estetico o dovuto all'esigenza di individuare il fluido convogliato da ogni singola linea. Pertanto non è necessario dover provvedere a periodici ripristini durante la vita dell'impianto.

2 - Il rame e l'acqua

2.1 IL RAME E L'UOMO

Nel metabolismo umano il rame è necessario per la crescita e lo sviluppo ed è indispensabile per un buono stato di salute. La ricerca scientifica ha evidenziato che almeno una ventina di enzimi (quali la tirosinasi, la citocromo-ossidasi, la superossido-dismutasi, l'amino-ossidasi) contengono rame ed una decina di essi ne dipendono per il loro funzionamento. Il rame prende parte ai processi che regolano lo sviluppo embrionale, la crescita infantile, la robustezza delle ossa, la formazione dei globuli bianchi e rossi, il trasporto del ferro, il metabolismo del colesterolo e del glucosio, la contrazione del muscolo cardiaco e lo sviluppo del cervello.

Per contro la carenza di rame può comportare alcuni problemi per la salute quali: anemia, problemi cardiaci e circolatori, anomalie ossee, complicazioni nel funzionamento del sistema nervoso ed immunitario, dei polmoni e dei reni, della tiroide e del pancreas. E' opportuno sottolineare infine che non esistono riferimenti scientifici in merito a malattie professionali legate al rame.

L'uomo ha impiegato il rame sin dai tempi più antichi per usi tecnologici, ma anche per la costruzione di utensili da cucina, e per il trattamento dei cibi , fino ai più recenti impieghi nel controllo sia di patologie vegetali, animali ed umane, sia della crescita di microorganismi acquatici indesiderabili.

Come molti altri elementi essenziali necessari per i normali processi metabolici, il rame non viene sintetizzato nell'organismo e deve pertanto essere apportato quotidianamente con la dieta. L'organismo umano adulto contiene circa 1,0 mg di rame per kg di peso corporeo (alcuni Autori forniscono cifre più elevate), mentre nei primi anni di età si hanno quantità tre volte superiori.

Occorre inoltre sottolineare che tutti i tessuti corporei hanno bisogno di rame per il normale metabolismo, con diverse necessità.

La concentrazione di rame negli organi è variabile: nel fegato, che è l'organo in cui si ha il maggior deposito, vi sono 6÷7 mg di rame per kg di tessuto; nel cervello 5,8 e nel cuore se ne possono avere circa 3,3 mg.

Il rame, ingerito sotto forma di sali solubili, è assorbito con rapidità e viene trasportato nel siero, legato inizialmente all'albumina, poi, tramite un legame più forte, alla α-ceruloplasmina. I livelli serici normali sono compresi tra 1,25 e 1,45 μg/ml, con una tendenza ad una rapida diminuzione per il passaggio negli organi di utilizzazione o di escrezione. Circa 2,0÷2,5 mg vengono escreti giornalmente, mentre il fabbisogno giornaliero generalmente si aggira sui 2÷3 mg, in situazioni normali, e 3÷4 mg in situazioni fisiologiche critiche come ad esempio nella gravidanza. In condizioni normali, l'organismo umano trattiene solo l'1% del rame ingerito.

Occorre aggiungere che i più recenti studi sono pervenuti alla conclusione che gli attuali ritmi ed abitudini alimentari non sono sufficienti a fornire le quantità richieste di questo come di altri metalli essenziali.

Attualmente la produzione mondiale di rame per usi agricoli e veterinari si aggira sulle 70.000 tonnellate annue, di cui circa il 77% utilizzato come fungicida, il 12% come integratore nel mangime del bestiame e l'11% nei fertilizzanti.

Sono numerosi i progetti per stimare il possibile impatto del rame a livello ambientale, sia acquatico che terrestre, con le potenziali ricadute di valutazione del rischio. La concentrazione nelle acque lacustri e fluviali varia in modo considerevole in rapporto con le condizioni del suolo nelle aree di drenaggio, mentre le acque marine contengono normalmente quantità comprese tra 1 e 3 μg/litro, con concentrazioni più elevate in superficie.

Per il contenuto degli alimenti, come è possibile rilevare dalla tab. 2.1, citiamo ad esempio il fegato degli animali e i crostacei che, mediamente, hanno un contenuto di rame di oltre 20.000 μg/kg.

Statisticamente si ha che in Europa e nel Nord America cereali e carni, incluso il pesce, contribuiscono per il 20÷30% ciascuno del contenuto di rame di una dieta normale ed un altro 10÷15% deri-

legumi	2200
cavolfiori	170
spinaci in foglie	21250-52200 (a)
carote	830
patate	2070
pomodori	890
crauti	600
mele	480
arance	320
vino	90-600
pane	1630
riso	3550
latte vaccino	30-60
formaggio	750-7800
burro	60-100
yogurt	290
fegato di animali	20000 (b)
carni	2500-13930 (b)
gamberi	5300
salame	440
trota	330
ostriche	30700

(a) valutato sulla massa di sostanza secca
(b) valore medio

Tab. 2.1 - Contenuto di rame in alcuni cibi e bevande (valori espressi in µg/kg di alimento)

va da frutta e verdura. Nonostante tutte le fonti di possibile assunzione, inclusa l'esposizione ad elevate concentrazioni da parte dei lavoratori dei settori produttivi interessati (TWA = 1mg/m^3 per le polveri e 0,2 mg/m^3 per i fumi), la tossicità umana da rame è estremamente rara ed il meccanismo con cui si verifica l'avvelenamento è pressoché sconosciuto. Si può anzi dire che la tossicità del rame è un problema di tossicità acuta e non di tossicità cronica; non sono mai state riportate né eccessive concentrazioni di rame in popolazioni normali né casi di intossicazione cronica, se si eccettuano naturalmente le due condizioni geneticamente determinate che portano ad un errore nel metabolismo del rame - ed influiscono sul suo bilancio: la malattia di Wilson che provoca un accumulo di metallo e la malattia di Menke una forte carenza.

Anche l'avvelenamento acuto da rame è abbastanza raro; in letteratura sono riportati episodi mortali di intossicazione acuta, accidentale o volontaria, dovuti ad eccessiva ingestione di sali del metallo (generalmente solfato di rame) ed è codificata una TDL_0 per via orale in un adulto, cioè il quantitativo minimo che produce i primi segnali di avvelenamento, corretto da un fattore di sicurezza, di 124 µg/kg di peso corporeo per provocare sintomi di tipo gastroenterico (nausea o vomito).

2.2 LA QUALITÀ DELL'ACQUA POTABILE

Un parziale contributo all'assunzione di rame è dato dall'acqua potabile: la concentrazione mediamente riscontrata varia tra 10 e 600 µg/l per un quantitativo di 1÷2 litri al giorno.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità una assunzione giornaliera di 2 mg/l dovrebbe fornire un più che sufficiente margine di sicurezza per la salute.

La Food and Drug Administration ha stabilito, per quanto concerne l'acqua potabile, il limite di 1.000 µg/l, l'Environment Protection Agency considera tale limite sul valore di 1.300 µg/l, mentre la tab. C del DPR 236 del 1988 indicava una CMA di 1.000 µg/l dopo stagnazione nella tubazione.

L'acqua è un composto chimico formato da due elementi naturali, idrogeno (H) e ossigeno (O) e che viene contraddistinto con la formula chimica H_2O. L'acqua che la natura ci procura per essere destinata ad uso umano non è chimicamente pura; infatti non è esente da altri composti chimici, sia in soluzione che in sospensione. Essa si arricchisce nel corso del suo ciclo naturale di tutte le sostanze con le quali viene a contatto, siano esse aeriformi, liquide o solide, a causa di una certa affinità chimica o per effetto del trascinamento dinamico.

Ricordiamo a questo proposito che, a causa di situazioni locali particolari, in alcune Regioni italiane, come Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto (ma anche in molte altre nazioni europee esistono, purtroppo, situazioni analoghe), si è verificato, in passato, un forte inquinamento dovuto, soprattutto, a composti organici quali i diserbanti, i composti organoalogenati ed anche a taluni ioni metallici, come il ferro e il manganese, che ha imposto l'emissione di ordinanze per la concessione di deroghe temporanee al rispetto dei limiti vigenti per le sostanze suddette.

Si individuano normalmente due tipi di acque:
- acqua di falda, ovvero proveniente dal sottosuolo, generalmente più dura per sali di calcio e magnesio;
- acqua di superficie, ovvero acqua proveniente direttamente da precipitazioni o dalla fusione di nevi e ghiacciai.

In Italia l'87% dell'acqua distribuita dagli acquedotti è acqua di falda, di cui il 37% proveniente da sorgenti e il 50% da pozzi; del rimanente il 9% è rappresentato da acque superficiali e il 4% da altre fonti. Il totale è 6 miliardi di m^3/anno circa.

La Direttiva 75/440/CEE, ha identificato tre livelli di impianti tecnologici atti a rendere potabili le acque di superficie. Il primo e più semplice livello (A1) consiste in un trattamento fisico (per es. una filtrazione su letto a sabbia) seguito da una disinfezione (per es. con cloro attivo).

Il secondo livello (A2), intermedio, prevede una combinazione di normali trattamenti chimici e fisici; un possibile schema di trattamento è la sequenza: preclorazione –coagulazione – flocculazione – decantazione – filtrazione - disinfezione finale.

Il terzo, più complesso livello (A3) prevede un trattamento chimico-fisico spinto; un possibile schema di trattamento è la sequenza: clorazione al break point - coagulazione- flocculazione - decantazione – filtrazione - passaggio su letto di carbone attivo – disinfezione finale.

In corrispondenza ai tre livelli di complessità tecnologica degli impianti di potabilizzazione ven-

Parametro	Valore nel DPR 236/88	Valore nelle 98/83/CE
	µg/l	µg/l
Rame	1000	2000
Cadmio	5,0	5,0
Cromo	50	50
Nickel	50	20
Antimonio	10	5,0
Piombo	50	10
Arsenico	50	10
Idrocarburi policiclici aromatici	0,2	0,1
Cloruri di vinile	*	0,5
Benzene	*	1,0

*non presenti espressamente

Tab. 2.2 - Confronto di alcuni valori parametrici

gono definiti dalla UE altrettanti livelli di qualità delle acque da trattare. E' chiaro che i trattamenti più semplici (A1) possono essere adottati solo per acque poco contaminate, mentre le acque più contaminate richiedono i trattamenti più complessi (A2, A3) e quelle di contaminazione ancor più elevata non possono essere sottoposte a potabilizzazione.

Per alcuni contaminanti non è stato possibile, in sede comunitaria, definire i valori limite sufficientemente confortati dalla necessaria base tecnica e scientifica. Questo non significa che non vi sia alcun limite per tali parametri, bensì che la UE lascia libertà di comportamento agli Stati membri, finchè con apposita procedura comunitaria sarà

possibile definire i limiti stessi, in base al progresso scientifico e tecnologico.

Anche nel trasporto attraverso tubazioni l'acqua reagisce con i materiali delle stesse, in particolar modo nel periodo iniziale dell'esercizio quando la superficie interna dei tubi può essere maggiormente soggetta ad attacchi.

Per questa ragione i trattamenti di potabilizzazione dovranno tenere conto di ciò che avviene tra l'immissione in rete dell'acqua ed il suo utilizzo da parte del consumatore perché la qualità dell'acqua, stabilita dalla Direttiva 98/83/CE (vedi par. 3.4, pag. 70), sia preservata.

A questo proposito è utile rammentare che il valore di 2.000 µg/l per il parametro Rame è stato fissato sulla base di un limite suggerito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità a titolo provvisorio e che in un prossimo futuro potrà essere modificato alla luce di nuovi studi scientifici in atto.

Dai primi dati disponibili risulta altamente probabile che questo valore possa essere innalzato; peraltro è bene precisare che i limiti OMS non sono propriamente dei valori guida bensì, un valore nel caso del rame al di sopra del quale possono presentarsi lamentele da parte di utilizzatori per modifiche delle caratteristiche organolettiche dell'acqua.

I valori parametrici stabiliti dalla Direttiva UE sono al contrario requisiti di accettabilità, tuttavia il superamento di questi valori non comporta automaticamente l'interruzione della fornitura di acqua attraverso la rete: infatti, le autorità competenti, decidono caso per caso i provvedimenti da adottare, tenendo conto anche dei rischi per la salute umana che deriverebbero dall'interruzione dell'approvvigionamento o da un uso limitato delle acque destinate al consumo umano.

In conclusione riteniamo utile sottolineare che, come si evince dalla tabella 2.2, il rame è una tra le pochissime sostanze per le quali la nuova direttiva ha previsto un aumento del valore massimo di concentrazione; al contrario la maggior parte degli altri parametri ha subito una forte riduzione dei valori ammissibili.

L'entrata in vigore della Direttiva Europea 98/83/CE in materia di acque destinate al consumo umano ha posto in evidenza il problema dell'idoneità dei materiali utilizzati per i vari componenti dell'impianto idrico al fine di garantire inalterata la qualità dell'acqua potabile distribuita. Progettisti ed installatori sono pertanto tenuti a scelte progettuali nella consapevolezza dei rischi che possono insorgere a causa dell'utilizzo di materiali non conformi alla legge.

La Direttiva comunitaria 98/83 sui materiali a contatto con l'acqua potabile è stata recepita dall'Italia con il Decreto Legislativo 2 Febbraio 2001, n. 31. Quest'ultimo, dopo il previsto periodo biennale di transizione, è entrato pienamente in vigore alla fine del 2003.

I tubi realizzati con materie plastiche, quindi attraverso una sintesi della lavorazione del petrolio, comportano per la loro composizione, un attento controllo su diversi parametri chimici. Risulta fondamentale, prima di tutto, conoscere la loro reale composizione chimica e l'eventuale presenza di collanti, additivi, stabilizzanti, coloranti o altri composti che possono essere utilizzati in fase di produzione.

Particolare attenzione in diversi paesi nord europei è stata posta al livello di benzene riscontrato in acque distribuite con tubi di plastica, oltre che a un'altra molecola, MTBE (metiltert-butiletere), che viene ugualmente utilizzata come additivo nei derivati del petrolio(*).

In seguito all'analisi degli elementi contenuti, bisognerà poi verificare che questi rientrino nei limiti di legge: l'allegato I del D.L. 31/01 riporta la lista dei parametri e i relativi valori (v. tabella).

(*) Svenska Dagbladet Dicembre 2003 - Water Research 37 (2003)

PARAMETRI CHIMICI (D.L. 2 febbraio 2001, n. 31)

Parametro	Valore di parametro (µg/l)
Acrilammide	0,10
Antimonio	5,0
Arsenico	10
Benzene	1,0
Benzo(a)pirene	0,010
Boro	1000
Bromato	10
Cadmio	5,0
Cromo	50
Rame	1000
Cianuro	50
1.2 dicloroetano	3,0
Epicloridrina	0,10
Fluoruro	1500
Piombo	10
Mercurio	1,0
Nichel	20
Nitrato (come NO_3)	50000
Nitrito (come NO_2)	500
Antiparassitari	0,10
Antiparassitari-Totale	0,50
Idrocarburi policiclici aromatici	0,10
Selenio	10
Tetracloroetilene Tricoroetilene	10
Trialometani – Totale	30
Cloruro di vinile	0,5
Clorito	200
Vanadio	50

Dal momento che la qualità dell'acqua potabile dipende anche dai materiali della tubazione, lo Stato ha emanato il Decreto Ministeriale 6/04/2004 n. 174, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 17/07/04. Esso fissa le caratteristiche dei materiali e degli oggetti destinati a venire a contatto con le acque destinate al consumo umano.

I criteri a cui devono rispondere questi materiali sono due (art. 2.1):

a) non devono alterare l'acqua conferendole un carattere nocivo;

b) non devono alterare l'acqua peggiorando le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche.

Il decreto riporta una lista positiva di materiali, tra cui compare il rame Cu-DHP: è un'ulteriore conferma che il tubo SANCO® protegge la salubrità dell'acqua che usiamo e beviamo.

Estratto Punto 1.5 Allegato 1 del D. M. 174/04

1.5 RAME E LEGHE

1.5.1 Tubazioni e raccordi in Rame Cu-DHP
Rame ≥ 99,90%;
0,015 ≤ a Fosforo ≤ 0,040%.
Contenuto massimo delle impurezze considerate tossiche: As, Ni, Cd, Pb per elemento 0,02%.
Totale massimo delle impurezze considerate tossiche: 0,06%.

2.3 IL RAME E GLI EFFETTI BATTERIOSTATICI

Un importante aspetto che viene quasi sempre trascurato è quello relativo ai parametri microbiologici elencati nell'allegato I - parte A della Direttiva 98/83 CE e del decreto di recepimento, il D.Lgs. 31 del 2 febbraio 2001. In questo campo l'impiego del tubo di rame è particolarmente indicato. Come riportato da un recente rapporto, relativamente a un fenomeno peraltro già ben conosciuto, il tubo di rame non consente la proliferazione batterica ed è quindi in grado di controllare il livello di inquinamento biochimico di un'acqua potabile.

La progettazione e l'esercizio delle reti di distribuzione dell'acqua potabile all'interno delle abitazioni, possono talvolta favorire lo sviluppo batterico, per esempio attraverso condizioni di portata

ridotta o di stagnazione, o permettendo che la temperatura dell'acqua fredda superi i 20 °C.

Analoghe situazioni possono sussistere nei circuiti dell'acqua calda di consumo.

Molti organismi possono sopravvivere con temperature fino a 50 °C, cosicché non vengono eliminati da un trattamento in caldaia o preparatore elettrico, specialmente se questi sono predisposti per produrre acqua calda alla temperatura di utilizzo per usi igienici, di circa 45 °C.

La stratificazione della temperatura nei serbatoi di accumulo, inoltre, può portare localmente a condizioni di proliferazione batterica.

Tuttavia, anche un sistema ben progettato e gestito può essere contaminato, ad esempio, da una cattiva installazione che non garantisca la dovuta pulizia durante le fasi di posa in opera.

Vi sono un certo numero di fattori chiave che devono essere ben presenti in fase di progettazione, costruzione, avviamento ed esercizio degli impianti idrosanitari, specialmente nei grandi edifici.

Wells trovò che i batteri gram-negativi Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Acinetobacter caocoacticus, Klebsiella pneumoniae, Aeromonas hydrophila, considerati essere patogeni opportunisti, erano ridotti a meno dell'1% del loro numero iniziale dopo cinque ore di permanenza in acqua a contatto della superficie dei tubi di rame.

Inoltre trovò che non vi era aumento dei batteri dopo una permanenza nei tubi di 24 ore. Per confronto, lo stesso esperimento fu eseguito con tubazioni di polipropilene (PP), polivinilcloruro (PVC), polibutilene (PB) e polietilene reticolato (XL-PE); nel caso di E. coli non si evidenziarono né riduzione di vitalità né accrescimento elevato (fig. 2.1).

La conclusione tratta da Wells fu che gli impianti idrosanitari realizzati in rame possiedono una maggiore capacità potenziale di ridurre il numero di patogeni opportunisti nell'acqua rispetto agli impianti costruiti con materiali alternativi, segnatamente plastici.

Questa interessante conclusione fu ulteriormente ribadita da uno studio eseguito da parte del Public Health Laboratory Service inglese, che ha esaminato gli impianti idrosanitari in alcuni ospedali e in altri grandi edifici in Inghilterra e nel Galles per determinare l'eventuale presenza di legionelle.

Fig. 2.1

Benché lo studio fosse relativamente limitato, vi sono alcune prove che l'incidenza della Legionella fu minore negli impianti in tubo di rame.

Questa scoperta rappresentò una forte conferma dei lavori di Schofield il quale osservò che il rame non viene colonizzato in modo significativo né da Legionella né da altri batteri, contrariamente all'acciaio inossidabile ed alla gomma che lo sono fortemente.

Tuttavia, un'accurata distinzione deve essere fatta tra l'azione del rame sui batteri planctonici e la sua azione sui batteri sessili, per esempio quelli costituenti un biofilm.

Olkstra ha scoperto che il rame in soluzione può ridurre la vitalità di alcuni batteri (per esempio Pseudomonas florescens, P. aeruginosa) ma non ha rilevato alcuna correlazione fra legionella e rame.

Versteegh ha rilevato che concentrazioni di rame inferiori a 10 mg/l furono sufficienti per ridurre la vitalità delle Aeromonas hydrophila e confermò le scoperte di Wells sui batteri coliformi. Per contro la maggior parte dei microrganismi predilige superfici sulle quali fonti di energia possano essere acquisite dall'adiacente flusso d'acqua o dove siano presenti condizioni di nicchia (per esempio condizioni anaerobiche al di sotto di un film batterico, l'utilizzo di sottoprodotti di altri batteri, o anche i batteri stessi, come fonte di energia). Tali aggregazioni di microrganismi ed i loro sottoprodotti metabolici formano stratificazioni meglio conosciute come biofilm.

Questo fenomeno può, ovviamente, produrre effetti nocivi sulla salute umana e pertanto è particolarmente importante che sia studiato il comportamento dei batteri sui materiali da costruzioni degli impianti idrosanitari.

Lavori recentissimi in questo campo indicano che il rame, a differenza degli altri materiali usati per gli impianti idrico-sanitari, inibisce l'accrescimento di batteri colonizzanti, compresa la Legionella pneumophila. Il rame è uno dei materiali per impianti idrosanitari che soddisfa tutti i requisiti richiesti dalla normativa internazionale più qualificata. Rilievi, eseguiti durante ricerche sui problemi di qualità dell'acqua all'interno delle abitazioni nell'area del Tamigi, hanno evidenziato che impianti contenenti tubi di rame (a differenza di quelli realizzati con tubi di acciaio zincato o di plastica) sono meno soggetti a colonizzazione da parte di microrganismi.

È stato dimostrato da Nuttall che il rame, non solo supera il test dando risultati dello stesso ordine di grandezza del vetro (materiale di riferimento) e significativamente inferiori rispetto a tutti gli altri materiali non metallici provati in parallelo, fino ad allora considerati adatti per l'uso, ma che induce un ambiente ostile alle eventuali immissioni e proliferazioni di Legionelle (fig. 2.2).

Il testo italiano più importante in materia proviene dalla Conferenza permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Provincie Autonome di Trento e Bolzano" che in data 4 Aprile 2000 ha ratificato le "Linee guida per la prevenzione ed il controllo della Legionellosi", predisposte dal Ministero della Sanità e pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale del 5 Maggio 2000, n.103.

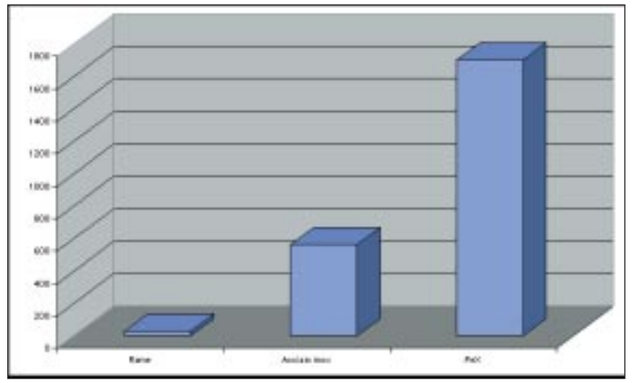
Questo documento conferma le proprietà batteriostatiche del rame indicandone, nella sezione "Ionizzazione rame/argento" (Par. 2.5), le ragioni scientifiche: *"Metalli come il rame e l'argento sono noti agenti battericidi e l'effetto è dovuto alla loro azione sulla parete cellulare del microrganismo, che comporta una distorsione della permeabilità cellulare che, unita alla denaturazione proteica, porta le cellule alla lisi ed alla morte".*

Inoltre viene sottolineato che *"a causa dell'accumulo del rame nel biofilm, l'effetto battericida persiste per alcune settimane dopo la disattivazione del sistema e riduce la possibilità di una ricolonizzazione"*.

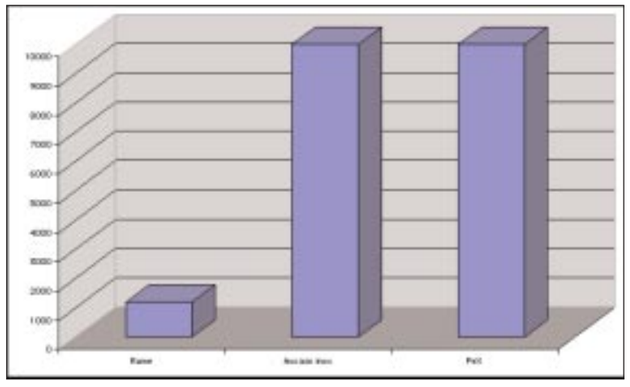
Il problema della contaminazione degli impianti ha sollecitato l'attenzione dell'Osservatorio Sanità dell'AICARR, la quale ha condotto un approfondito studio che è stato pubblicato, come "Libro Bianco sulla Legionella" nel quale sono riportate sia le citate Linee Guida ministeriali che le Linee Guida ASHRAE 12-2000 e comprende alcuni interessanti articoli tecnici che evidenziano l'importanza dei materiali, tra cui citiamo testualmente (pag. 60): *"Vi sono*

elementi che fanno associare una influenza sulla proliferazione della legionella alla presenza di alcuni materiali. Le gomme naturali, il legno e alcuni materiali plastici sembrano favorirne la proliferazione, mentre il rame e altri materiali sembrano inibirla".

Una conferma dell'azione batteriostatica del rame proviene dal KIWA, un istituto olandese di ricerca e certificazione, che ha esaminato la proliferazione dei batteri della legionella in tre differenti impianti dotati rispettivamente di tubi di rame, di acciaio inossidabile e di polietilene reticolato ("Biofilm formation and growth of legionella on pipe material in a experimental hot tap water installation", di W. Scheffer, D. Van der Kooij, H. Veenendaal).



Ricerca KIWA: legionella nel biofilm (cfu/cm^2)



Ricerca KIWA: legionella, circuito aperto (cfu/l)

Nella prima parte dell'esperimento gli impianti hanno funzionato a ricircolo. Dopo una lenta crescita, i batteri della legionella hanno raggiunto il loro massimo sviluppo intorno al sessantesimo giorno. Per il rame e l'acciaio inox sono stati osservati valori di 200.000 cfu/l, per il PeX di 2.000.000 cfu/l, cioè dieci volte tanto (cfu: acronimo inglese di Unità Formanti Colonie, parametro che indica la quantità di batteri).

Successivamente è stato simulato il consumo domestico dell'acqua sanitaria per una durata di oltre trecento giorni; sono state considerate anche le aperture di rubinetto e le fasi di stagnazione. I valori medi dei livelli di legionella in acqua sono stati intorno ai 10.000 cfu/l per l'acciaio e per il PeX e circa 1.200 cfu/l per il rame.

La ricerca del KIWA ha esaminato anche il biofilm, che può diventare il luogo preferenziale dove la legionella prolifera: infatti l'acqua non resta così a lungo nei tubi da consentire ai batteri di moltiplicarsi: quindi quelli che si trovano nell'acqua provengono solo dal biofilm.

I ricercatori del KIWA hanno misurato la quantità di biofilm indirettamente, cioè attraverso il livello di ATP, una molecola presente in tutti gli organismi viventi. E' subito apparso chiaro che i più bassi valori di ATP sono stati rilevati nei tubi di rame (720 pg/cm^2), e poi in quelli di acciaio (820) e quelli in plastica (1950).

La minore quantità di legionella nel biofilm

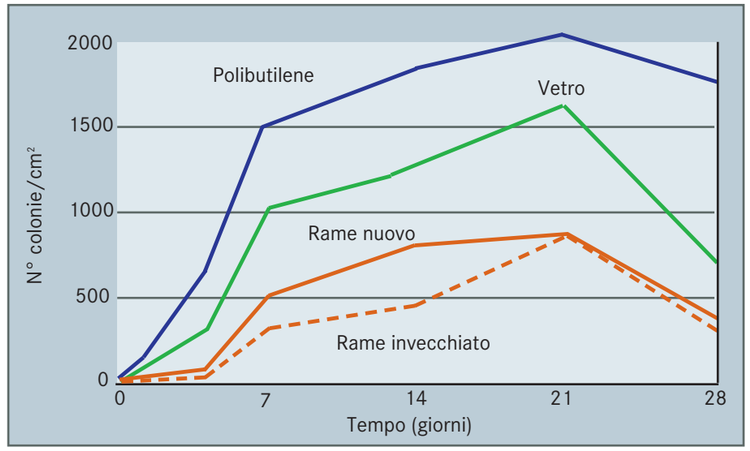


Fig. 2.2 - Colonizzazione superficiale di materiali differenti utilizzati nei circuiti idraulici

misurata sul tubo di rame (27 cfu/cm^2) rispetto al tubo in acciaio (560, nonostante i valori quasi simili di ATP) è stata spiegata con l'influenza del rame sulla composizione del biofilm. Nel biofilm del PeX è stata misurata una quantità di legionella di 1.700 cfu/cm^2, cioè 60 volte più del rame.

Questa caratteristica del rame non è tuttavia in grado di assicurare una prevenzione assoluta da contaminazioni di legionella soprattutto a causa delle possibili fluttuazioni della concentrazione degli ioni nell'acqua, risulta pertanto necessario prendere in esame gli interventi più affidabili per la disinfezione degli impianti. La letteratura tecnica più diffusa, tra cui le stesse Linee Guida, riporta i metodi di intervento quando la proliferazione è già in atto; i principali sono: trattamento termico e clorazione.

Il trattamento termico può essere realizzato mettendo periodicamente in circolo un flusso di acqua a temperatura elevata (shock termico). Il flussaggio di acqua calda deve permettere di raggiungere in tutti i punti dell'impianto, anche al rubinetto più distante, una temperatura di almeno 70 °C continuativamente per un periodo di 3 giorni, facendo scorrere l'acqua per 30 minuti almeno una volta al giorno.

A fronte di una discreta semplicità di questa metodologia, è necessario sottolineare che essa non impedisce il riformarsi della contaminazione, quindi si dovrà procedere con trattamenti ripetuti frequentemente e con regolarità. Inoltre la strumentazione di controllo dovrà permettere di garantire il raggiungimento delle temperature indicate.

In alternativa il trattamento termico può essere realizzato progettando la distribuzione di acqua calda ad una temperatura costante di 55 – 60 °C in modo da prevenire la contaminazione. Tuttavia questa tecnica presenta due grandi inconvenienti: gli elevati consumi energetici e la complessità impiantistica; infatti, per ragioni di sicurezza, è necessario prevedere un sistema di regolazione che permetta la distribuzione dell'acqua ad alta temperatura ma, contemporaneamente, un utilizzo a temperature ridotte, dopo opportuna miscelazione, per evitare pericoli di ustioni.

Una considerazione finale che possiamo trarre in merito ai trattamenti termici in generale è che essi sono efficaci nel combattere le contaminazioni ma sottopongono gli impianti a condizioni operative molto sollecitate, in particolare per quanto concerne la dilatazione termica e l'invecchiamento di alcuni materiali per le tubazioni ed altri componenti.

Il rame, al contrario, è un materiale compatibile

con questo trattamento poiché possiede un coefficiente di dilatazione sufficientemente contenuto e perché le temperature indicate sono irrilevanti in confronto al suo punto di fusione situato a 1083 °C e non riducono la vita utile della tubazione.

La clorazione consiste, come noto, nell'applicazione di consistenti dosaggi di cloro per ottenere concentrazioni notevolmente superiori a quelle comunemente utilizzate nella normale potabilizzazione delle acque destinate al consumo umano.

Anche in questo caso, almeno in teoria, sarebbero utilizzabili due procedimenti differenti, ma l'iperclorazione continua, provocando una elevata presenza di sottoprodotti difficilmente compatibile con le esigenze di qualità dell'acqua potabile, è, in pratica, fortemente sconsigliata. Il livello di cloro disciolto nell'acqua deve mantenersi in un intervallo tra 1 e 3 mg/l in tutte le zone dell'impianto; ciò rappresenta un'ulteriore difficoltà se, come frequentemente accade, esistono parti del circuito utilizzati molto saltuariamente.

Diversamente, l'iperclorazione shock consiste in un trattamento di durata limitata ma con concentrazioni di cloro decisamente elevate (20 mg/l per 2 ore o 50 mg/l per 1 ora), seguito dallo svuotamento e da un risciacquo prolungato dell'impianto.

Molti problemi nell'utilizzo di questo metodo nascono dal fatto che il cloro, oltre ai problemi di potabilità dell'acqua, può risultare aggressivo per molti materiali metallici e plastici, è infatti noto che le sostanze ossidanti, cloro incluso, tendono a danneggiare i manufatti in plastica in quanto agiscono sulle catene del polimero e hanno effetti distruttivi sugli stabilizzanti.

Il comportamento del rame è invece apprezzabilmente migliore: una ricerca, condotta da Cavallotti e Billi, ha valutato il quantitativo di rame disciolto da una tubazione del tipo prepassivato con trattamenti anticorrosivi, al passaggio continuo di acque contenenti cloro a concentrazioni note e crescenti. E' stato messo in evidenza che, in condizioni di flusso e, in misura minore, di ristagno la dissoluzione di rame è sempre trascurabile ed anzi, nel caso di ristagno, tende a ridursi all'aumentare della concentrazione di cloro anche in tempi molto prolungati (180 – 210 giorni). Si noti che le concentrazioni di cloro sperimentate sono esattamente quelle indicate dalle Linee Guida e quindi i risultati sono stati ottenuti nelle condizioni operative alle quali un impianto in tubo di rame sarebbe sottoposto durante un trattamento di disinfezione.

Le conclusioni a cui crediamo si possa pervenire sono che il problema della contaminazione degli impianti sta diventando ogni giorno sempre più evidente ma anche che i sistemi per prevenire e combattere il fenomeno sono, in alcuni casi, di efficacia incerta o non sperimentata mentre altri, validi sotto l'aspetto della bonifica, possono risultare pericolosi per la vita dell'impianto stesso.

Decisamente positivo è invece il contributo che il rame è in grado di mettere a nostra disposizione: può, non solo, fornire un aiuto prezioso nel contrastare la proliferazione dei batteri all'interno dei nostri impianti ma anche, grazie alle sue proprietà fisiche e chimiche, permettere l'adozione di appropriati interventi decontaminanti senza incorrere in pericoli di danneggiare l'impianto.

La capacità di questo metallo di inibire la proliferazione dei batteri sulla sua superficie era già conosciuta in ambito nautico: infatti molte vernici anti-fouling (per impedire la crescita di alghe e molluschi) da dare sulle chiglie delle navi contenevano dei sali di rame. Spesso durante l'estate si sente ripetere il consiglio di inserire un filo di rame nelle pozze per eliminare le larve delle zanzare. Addirittura in molti ospedali americani sono obbligatorie maniglie e corrimani in ottone (lega rame-zinco) per evitare la trasmissione di malattie e batteri patogeni; infine la scelta di coniare le monete dell'Euro in lega di rame, unitamente a caratteristiche chimico-fisiche ed economiche, è nata dalla opportunità di "avere per le mani" un materiale batteriostatico e quindi intrisecamente più igienico.

3 - Normativa e legislazione

La normativa tecnica è, per definizione, un libero accordo tra le parti, committente e fornitore, che accettano le indicazioni delle normative come metro di valutazione del prodotto oggetto della transazione.

In tal modo il committente può valutare più correttamente le offerte di differenti fornitori di un prodotto standardizzato. Così pure, sarà più agevole valutare preventivamente i costi, per un fornitore, se i committenti richiedono prodotti standardizzati. In ogni caso, sempre per libero accordo tra le parti, si può fare riferimento ad un qualunque altro metro di valutazione (altro tipo di normative, un prototipo, nessun riferimento, ecc.), quindi, almeno teoricamente, non è obbligatorio il rispetto della normativa tecnica.

Al contrario le norme giuridiche sono, ovviamente, da osservare e le eventuali violazioni sono perseguibili, a seconda dei casi, sul piano civile o penale.

Tuttavia è possibile che leggi dello Stato o leggi dell'Unione Europea contengano rimandi o richiamino espressamente le normative tecniche. In questo caso le normative citate diventano obbligatorie fino a quando la legge in questione non venga abrogata.

È inoltre opportuno ricordare che in ambito legislativo oggi esiste una gerarchia che vede, al primo posto, in ordine di importanza, la legislazione europea. Le Direttive emanate dall'Unione Europea sono infatti vincolanti per gli Stati Membri che devono recepirle nei rispettivi ordinamenti giuridici abrogando nel contempo le eventuali leggi nazionali in contrasto con le direttive stesse.

Anche in ambito normativo è stata attribuita questa precedenza al fine di eliminare le barriere tecniche alla circolazione dei prodotti all'interno della UE. Così le norme nazionali stanno per essere progressivamente sostituite da norme europee (CEN).

3.1 NORMATIVA UNI

La normativa UNI, concernente il tubo di rame, può essere suddivisa nel modo seguente:

- norme di prodotto
- norme di applicazione
- norme per l'assicurazione della garanzia della qualità.

Questa suddivisione è necessaria per comprendere le ragioni di indicazioni apparentemente incongruenti tra norme diverse al riguardo di uno stesso prodotto. Infatti se il primo gruppo fissa le caratteristiche, condizioni di fornitura e campo di applicazione dei singoli componenti (tubi, raccordi, valvole, ecc.) di validità generale, il secondo fissa i criteri per la realizzazione degli impianti tecnici (progettazione, installazione, collaudo e manutenzione) in funzione delle condizioni di esercizio tipiche (temperatura, pressione, ecc.) o del grado di sicurezza specifico per la singola categoria di impianto.

Il terzo infine indica i criteri che l'industria deve seguire per il necessario controllo della qualità dei prodotti.

3.1.1 Norme di prodotto

Alla prima categoria appartengono le norme dei principali prodotti utilizzati nell'impiantistica, ad esempio:

- tubi di rame
- raccordi per tubi di rame
- leghe per brasatura
- valvolame e rubinetteria
- generatori di calore (caldaie, bruciatori, ecc.)
- pompe
- radiatori, aerotermi, ventilconvettori, ecc.
- scambiatori di calore
- collettori solari.

Nel seguito concentreremo l'attenzione sui primi tre in conseguenza della loro più stretta attinenza all'argomento del manuale.

Norme sui tubi di rame

L'orientamento adottato dal Comitato Europeo di Normalizzazione, per quanto concerne i tubi di rame, è stato di produrre norme specifiche per tipologia di applicazione.

Il pacchetto di norme comprende:

- tubi di rame per usi generali (UNI EN 12249)
- tubi di rame per scambiatori di calore lisci (UNI EN 12451) e alettati (UNI EN 12452),
- tubi di rame per condizionamento e refrigerazione (UNI EN 12735)
- tubi di rame per gas medicali (UNI EN 13348)
- tubi capillari di rame (UNI EN 12450)
- tubi preisolati con rivestimento espanso,
- tubi preisolati mediante rivestimento a guaina compatta (UNI EN 13349)
- tubi prerivestiti con PVC (norma italiana corrispondente: UNI 10823)

Composizione chimica percentuale						
	Cu+Ag min.	Bi max	Pb max	O_2 max	P	Massa volumetrica media kg/dm^3
Cu - DHP	**99,90**	**0,001**	**0,01**	**-**	**da 0,015 fino a 0,040**	**8,89**
Rame disossidante ad alto residuo di P, destinato a semilavorati senza esigenze di conduttività elettrica, ma con buone caratteristiche di plasticità ed esente da fenomeni di fragilità in ambiente riducente.						

Tab. 3.1 - Composizione chimica

Stato metallurgico del materiale		Diametro esterno nominale *De* (mm)		Resistenza a trazione R_m MPa	Allungamento *A* %	Durezza (indicativa) HV 5
Designazione secondo EN 1173	Termine consueto	min.	max	min.	min.	
R220	**ricotto**	**6**	**54**	**220**	**40**	**(da 40 a 70)**
R250[1]	**semiduro**[1]	**6**	**66,7**	**250**	**30**[1]	**(da 75 a 100)**
		6	**159**		**20**[1]	
R290	**duro**	**6**	**267**	**290**	**3**	**(min. 100)**

1) Vedere la tab. 3.3 per la relazione tra dimensioni del tubo ed allungamento per i tubi allo stato R250 (semiduro).

Nota 1 I valori di durezza riportati tra parentesi non costituiscono dei requisiti dela presente norma ma vengono indicati soltanto a scopo orientativo.

Nota 2 1 MPa equivale ad 1 N/mm^2.

Tab. 3.2 - Proprietà meccaniche

- tubi di rame per idrotermosanitaria (UNI EN 1057)

Le ultime tre sono norme di interesse più generale in questo ambito, tuttavia ci occuperemo soprattutto di quest'ultima.

La norma europea UNI EN 1057, che risale al febbraio 1996, sostituisce la precedente norma italiana UNI 6507, come pure le equivalenti norme DIN, BSI, AFNOR, ecc, che finora erano presenti nell'ordinamento normativo di ogni nazione europea: questo significa che possiamo operare con la certezza dell'unicità della norma in tutta Europa non solo ai fini della certificazione, ma soprattutto della circolazione della merci.

Analizziamo alcuni aspetti della norma, evidenziando le differenze rispetto alla precedente.

I tubi devono essere fabbricati con una materia prima la cui composizione chimica è univocamente

Diametro esterno nominale *De* mm	Spessore di parete nominale *e* mm											
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
6												
8												
10												
12												
14												
15												
16												
18												
22												
25												
28												
35												
40		A≥30%										
42												
54												
64												
66,7												
70												
76,1												
80												
88,9									A≥20%			
108												
133												
159												

Allungamento ≥ 30% quando d ≤ 66,7 mm e, e < 1 mm oppure $\frac{d}{e^2} > 24$.

Allungamento ≥ 20% quando d > 66,7 mm oppure e ≥ 1 ed anche $\frac{d}{e^2} \leq 24$.

Tab. 3.3 - Valori minimi di allungamento per i tubi allo stato metallurgico R250 (semiduro)

Diametro esterno nominale *De* mm	Spessore di parete nominale *e* mm											
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
6	X	R		R		R						
8	X	R		R		R						
10	X	R	R	R		R						
12	X	R	X	R		R						
14			X	X		X						
15	X		R	R		R		X	X			
16				X		X		X				
18		X		R		R		X	X			
22		X		X	R	R	X	R	R			
25						X		X	X			
28		X		X	R	R		R	R			
35			X	X		X	X	R	R	X		
40						X	X					
42				X		X		R	R	X		
54				X	X	X		R	R	R		
64									X	R	X	
66,7						X		R	X	X	X	
70										X	X	
76,1								X	R	R	X	
80						X				X		
88,9										R	X	X
108								X	R	X	R	X
133									R	X		R
159									X	R		R
219												R
267												R

I valori indicati con R sono le dimensioni europee raccomandate. I valori indicati con X sono altre dimensioni europee in uso.

Tab. 3.4 - Diametri esterni e spessori di parete nominali

individuata dalla sigla Cu-DHP (tab. 3.1) o dal codice di designazione alfanumerico CW024A, secondo la norma UNI EN 1412. Come si può facilmente notare si tratta di rame ad elevata purezza (Cu minimo 99,90%) in cui il fosforo presente ha la funzione di garantire la disossidazione del metallo e, conseguentemente, l'assenza di ossido rameoso come richiesto da DPR 1095/68, più avanti riportato, che impone, qualora il contenuto di fosforo sia inferiore a 0,015%, uno specifico esame al microscopio.

Il contenuto di fosforo, inoltre, non modifica le caratteristiche chimico-fisiche del metallo fatta eccezione la notevole riduzione di conduttività elettrica.

La prima novità rilevante rispetto alla UNI 6507 è l'introduzione di un terzo stato fisico di fornitura del tubo definito *"semiduro"* (tabb. 3.2 e 3.3), cioè

Diametro esterno nominale *De* (mm)		Tolleranze sul diametro nominale		
		applicabile al diametro medio	applicabile a qualsiasi diametro [1]	
maggiore di	fino a e compreso	tutti gli stati metallurgici	stato metallurgico R290 (duro)	stato metallurgico R250 (semiduro)
6 [2]	18	± 0,04	± 0,04	± 0,09
18	28	± 0,05	± 0,06	± 0,10
28	54	± 0,06	± 0,07	± 0,11
54	76,1	± 0,07	± 0,10	± 0,15
76,1	88,9	± 0,07	± 0,15	± 0,20
88,9	108	± 0,07	± 0,20	± 0,30
108	159	± 0,2	± 0,7	± 0,4
159	267	± 0,6	± 1,5	-

1) Compreso lo scostamento dalla circolarità.
2) Compreso il diametro di 6 mm.
Nota: le tolleranze per i tubi allo stato metallurgico R220 (ricotto) sono applicabili soltanto per il diametro medio.

Tab. 3.5 - Tolleranze sul diametro esterno

Diametro esterno nominale *De* (mm)	Tolleranze sullo spessore di parete *e* [1]	
	e < 1 mm %	*e* ≥ 1 mm %
< 18	± 10	± 13
≥ 18	± 10	± 15 [2]

1) Inclusa l'eccentricità.
2) ± 10% per tubi R250 (semiduri) da 35 mm, 42 mm e 54 mm di diametro con spessore di 1,2 mm.
Nota: l'eccentricità è controllata per mezzo della tolleranza sullo spessore di parete.

Tab. 3.6 - Tolleranze sullo spessore di parete

di una nuova famiglia di tubi: accanto ai rotoli di tubo ricotto ed alle verghe diritte incrudite potranno essere fabbricate e commercializzate verghe diritte semidure. Esse, a differenza delle precedenti, possono essere piegate manualmente con sforzi minori conservando però una rettilineità dei tratti quasi impossibile da ottenere raddrizzando il tubo ricotto. I tre stati fisici saranno contraddistinti da una sigla che rappresenta sinteticamente il valore del carico di rottura a trazione (rispettivamente R220, R250, R290).

La seconda variazione di notevole importanza è rappresentata dalla gamma dimensionale entro la quale i tubi potranno essere prodotti: infatti, come si può rilevare dalla tab. 3.4, è stata estesa verso diametri più elevati e sono stati introdotti spessori non presenti nella norma italiana precedente. Anche le tolleranze sui diametri nominali sono

state modificate differenziandole in funzione dello stato fisico (tab. 3.5). Nel caso della tolleranza sullo spessore nominale, come evidenziato dalla tab. 3.6, si è introdotta una notevole semplificazione sia per il numero estremamente ridotto di valori sia per l'inclusione in essa della tolleranza sull'eccentricità che, nella norma italiana, era da considerare separatamente.

Questa situazione poteva provocare, per errori di interpretazione, il rischio di spessori localmente inferiori al minimo previsto.

Anche la marcatura è stata migliorata includendo più informazioni di quanto fosse previsto nella precedente UNI, la più importante delle quali è senza dubbio il riferimento alla norma di prodotto.

Le dimensioni nominali, lo stato fisico, il marchio del produttore e la data di fabbricazione (mese e anno o trimestre e anno) sono le altre informazioni che dovranno comparire nella marcatura la quale dovrà, inoltre, essere permanente.

Lodevole è stata, infine, la decisione, in merito alle prove da effettuare, di inserire le precise e puntuali indicazioni delle norme di riferimento o, talora, riportando in annessi normativi la completa descrizione dei metodi di prova da utilizzare.

Tra questi, una menzione particolare meritano la prova a correnti indotte, alternativa di prove a pressione, per verificare l'integrità del tubo e la prova per la determinazione del residuo carbonioso sulla superficie interna del tubo.

Ricordiamo, per inciso, che la presenza di quest'ultimo in quantità superiore a 0,2 mg/dm^2, valore già presente nella citata norma italiana, può essere la causa della corrosione puntiforme nelle condutture di acqua potabile.

Le prove meccaniche (trazione, allargamento, schiacciamento e piegatura) sono invece eseguite con metodi statistici suddividendo la produzione in lotti.

L'insieme di tutte queste prove è riassunto in un certificato di collaudo di cui, all'atto dell'ordinazione, può essere richiesta copia.

Da quanto sopra riportato emerge con evidenza che la produzione del tubo di rame deve rispettare standard qualitativi molto elevati, analogamente, le metodologie di prova sono decisamente avanzate, in particolare la prova a correnti indotte che permette la rilevazione delle più piccole imperfezioni (microfori, fessure, deformazioni superficiali, ecc.) non rilevabili in altro modo.

Tutti i tubi, per l'intera lunghezza, devono essere sottoposti a questa verifica per mezzo di un sistema che, automaticamente, provvede a scartare i prodotti non idonei.

Norme accessorie

Due norme accessorie di cui diamo solo un accenno sono la UNI 10823 ("Tubi di rame rivestiti per applicazione gas in zone di interramento - Rivestimento esterno in materiali plastici ottenuti per fusione") e la UNI EN 13349 ("Tubi di rame pre-isolati mediante rivestimento a guaina compatta").

Quest'ultima descrive le caratteristiche dei tubi di rame a norma UNI EN 1057, dotati però di un isolamento compatto: è quindi una norma focalizzata sui requisiti del materiale del rivestimento più che sul tubo di rame sottostante.

La UNI EN 13349 è applicabile per la distribuzione di acqua calda e fredda, per gli impianti di riscaldamento (ma non con temperature superiori ai 95 °C), alla distribuzione del gas domestico e combustibile liquido. Si noti che secondo questa norma il rivestimento serve principalmente a proteggere il tubo dalla corrosione esterna e a dare qualche protezione dagli urti e i carichi meccanici, ma ha l'obiettivo di regolamentare l'isolamento termico.

Il rivestimento può essere di materiale plastico compatto liscio (sigla PLN), profilato (PRF) o alveolare (ALV) e deve possedere alcuni requisiti su dimensioni e tolleranze, di composizione, di proprietà meccaniche e di resistenza al fuoco.

La norma italiana UNI 10823 è più esplicitamente focalizzata sulle tubazioni interrate per il trasporto dei gas combustibili, ma è applicabile anche a fluidi in generale.

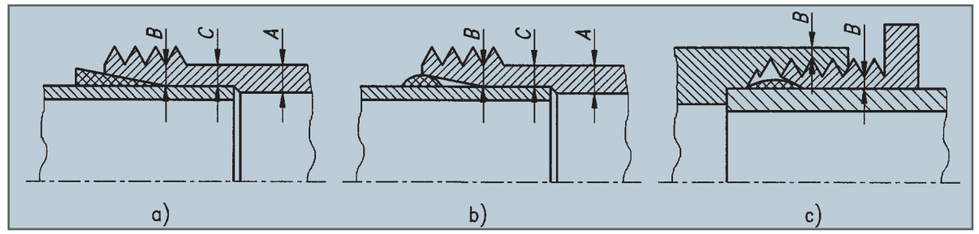


Fig. 3.1 - Raccordi tipo A (UNI EN 1254-2)

Il rivestimento, realizzato con un processo di estrusione, deve essere in grado di proteggere la tubazione dai numerosi ed insidiosi rischi derivanti dall'interramento, in particolare deve essere in grado di resistere ad azioni meccaniche accidentali, a sostanze ammoniacali (contenute ad esempio nei fertilizzanti) ed altri agenti aggressivi. Per questi motivi il rivestimento plastico deve essere compatto (non espanso), aderente al tubo, non sfilabile manualmente e di spessore uniforme (1,5 mm ± 10%); inoltre deve resistere ai raggi UV, al calore, alla penetrazione e agli urti.

Infine deve essere valutata la sua resistenza elettrica, per mezzo di una prova comunemente indicata come *spark – test* nel corso della quale si sottopone il tubo rivestito ad una differenza di potenziale pari a 30.000 V, allo scopo di verificare la validità della protezione contro l'azione di eventuali correnti disperse (vedi par. 2.4.5)

Norme sui raccordi per tubi di rame

La situazione normativa attuale per quanto riguarda i raccordi è ancora in fase di evoluzione e, proprio per questo motivo come sempre nei periodi di transizione, un po' lacunosa poiché non comprende tutte le tipologie di prodotto esistenti in commercio.

La norma europea, pubblicata nel gennaio 1998 e recepita dall'UNI nell'aprile 1998 è suddivisa nelle seguenti cinque parti:

- UNI EN 1254 - 1

Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare

- UNI EN 1254 - 2

Idem - Idem - Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione

- UNI EN 1254 - 3

Idem - Idem - Raccordi per tubazioni di plastica con terminali a compressione

- UNI EN 1254 - 4

Idem - Idem - Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione

- UNI EN 1254 - 5

Idem - Idem - Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare.

UNI 11065 è la norma italiana sui raccordi a pressare, entrata in vigore prima di quella europea, attesa in tempi più lunghi. Non appena quest'ultima entrerà in vigore, quella italiana decadrà automaticamente, senza tuttavia introdurre varianti tecniche; è infatti opportuno sottolineare che tra le due norme in questione non vi sono sostanziali differenze.

Mentre questo Manuale è in stampa, sono *in cantiere* norme sulle più nuove tipologie di raccordo:

- prEN 1254-6, è la norma europea che riguarderà i raccordi ad innesto (detti anche *push-fitting*);
- prEN 1254-7; è la norma europea che riguarderà i raccordi a pressare (detti anche press-fitting).

Le caratteristiche tecniche dei differenti metodi di

Diametro nominale (mm)	Lunghezza minima zona di contatto L_1		Maggiorazione L_2	Tolleranze sul diametro	
	UNI EN 1254-1	UNI EN 1254-5		esterno per raccordi maschi	interno per raccordi femmina
6	5,8	-			
8	6,8	-			
9		-			
10	7,8	-			
12	8,6	-		+ 0,04	+ 0,15
14		-		- 0,05	+ 0,06
14,7					
15	10,6				
16		7			
18	12,6				
21					
22	15,4	8	2		
25	16,4			+ 0,05	+ 0,18
27,4				- 0,06	+ 0,07
28	18,4	9			
34					
35	23				
40		10			
40,5	27			+ 0,06	+ 0,23
42				- 0,07	+ 0,09
53,6					
54	32				
64	32,5	11			
66,7					
70	33,5				
76,1		12	3	+ 0,07	+ 0,33
80	35,5	13		- 0,08	+ 0,10
88,9	37,5	14			
106					
108	47,5	15	4		
133	-	19		+ 0,20	+ 0,70
159	-	21	5	- 0,20	+ 0,23

Tab. 3.7 - Caratteristiche geometriche dei raccordi

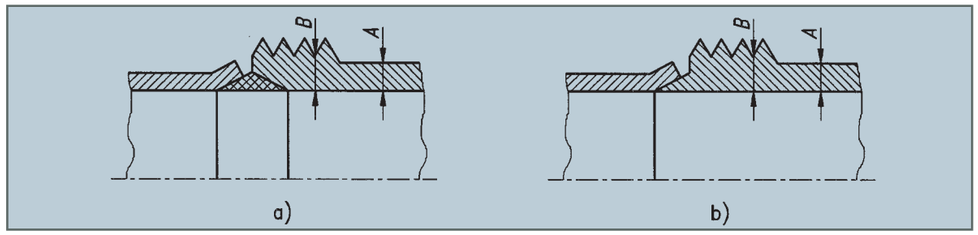


Fig. 3.2 - Raccordi di tipo B (UNI EN 1254-2)

giunzione sono state descritte più nel dettaglio nel capitolo 1, qui analizziamo più specificatamente alcuni aspetti normativi delle singole parti (con l'esclusione della parte 3 che esula dall'argomento di questo manuale) da cui emergono importanti considerazioni.

Innanzitutto è necessario sottolineare la decisione di standardizzare la fabbricazione di due famiglie di raccordi a brasare che differiscono tra loro principalmente per la lunghezza della zona di contatto tra tubo e raccordo.

La conseguenza è che il metodo di giunzione da adottare, dovrà essere anch'esso differente: per i raccordi *più lunghi* (UNI EN 1254-1) si potrà utilizzare indifferentemente la brasatura dolce o forte, mentre per i raccordi con la zona di contatto più corta (UNI EN 1254-5) dovrà essere utilizzata esclusivamente la brasatura forte.

Una seconda differenziazione tra le due famiglie risiede nella gamma dimensionale che prevede diametri nominali tra 6 e 108 mm per i raccordi conformi alla UNI EN 1254-1 e tra 14,7 e 159 mm per quelli conformi alla UNI EN 1254-5.

La tab. 3.7 riassume queste indicazioni con l'avvertenza che il trattino indica una misura non prevista dalla norma, *D* il diametro nominale (interno per i raccordi femmina ed esterno per i raccordi maschio) e L_1 la lunghezza della zona di contatto tra tubo e raccordo.

Inoltre se il diametro del terminale maschio è inferiore al diametro del corpo del raccordo la sua lunghezza dovrà essere maggiorata del valore L_2.

I raccordi meccanici a compressione (UNI EN 1254-2) sono a loro volta suddivisi in due sottogruppi:

- tipo **A** - raccordi, per i quali non è richiesta alcuna preparazione specifica del tratto terminale del tubo da collegare, che realizzano la tenuta per mezzo della compressione di un anello posizionato esternamente al tubo (fig. 3.1)
- tipo **B** - raccordi, per i quali è necessaria una formatura specifica (cartellatura) del tratto terminale del tubo, che realizzano la tenuta per mezzo della compressione del tubo stesso contro il raccordo (fig. 3.2). I raccordi di tipo B possono essere utilizzati solo con tubi ricotti o semiduri. I diametri nominali e le relative tolleranze sono le stesse dei raccordi femmina della tabella precedente fino al diametro massimo di 108 mm.

Infine la UNI EN 1254-4 definisce i requisiti dei raccordi misti ovvero di quel tipo di raccordi che abbinano terminali a brasare o a compressione con terminali filettati. In particolare vengono definite le caratteristiche specifiche di questi raccordi cioè le filettature che possono essere cilindriche conformemente alle norme internazionali ISO 7 o ISO 228 oppure coniche secondo ISO 7 (filettature esterne). La gamma dei diametri spazia da 1/8 a 4 pollici con filettature sia maschio che femmina. Ovviamente per gli altri requisiti non specifici vi sono rimandi alle altre parti della norma stessa.

Le norme indicano infine le pressioni di esercizio a cui le varie famiglie di raccordi possono essere impiegate in funzione della temperatura del flui-

do convogliato e specificano anche le prove, con le relative metodologie, alle quali i prodotti devono essere sottoposti.

Tra queste, oltre alle verifiche dimensionali e di tenuta alla pressione, è opportuno sottolineare il controllo degli eventuali residui carboniosi, la resistenza alla dezincificazione (quando richiesta) e la resistenza alla corrosione sotto sforzo.

La marcatura, obbligatoria, e la dichiarazione di conformità, quando richiesta, sono altre indicazioni incluse nella norma. La UNI 11065 e le future norme UNI EN 1254-6 e 7 definiscono le caratteristiche dei raccordi a innesto e a pressare. Queste riportano alcuni tra i materiali più usati per il corpo del raccordo: è da sottolineare che sono tutti o in rame Cu-DHP o in leghe di rame.

Vengono riportate anche le temperature e le pressioni massime applicabili con l'utilizzo di tubi metallici, mediante tabelle e note. Analizzando nello specifico, per i raccordi a pressare c'è una grossa novità: infatti sono suddividi in due classi: la Classe 1 è per raccordi per l'acqua, mentre la Classe 2 per quelli per gas ad uso domestico.

Le norme a venire impongono inoltre che il raccordo prima di essere messo in commercio superi numerosi test, tra i quali, solo per citarne alcuni, la prova a pressione, alla trazione, al vuoto, ai cicli termici, alle vibrazioni, alla flessione, alla tenso-corrosione ed una prova di resistenza alle alte temperature (650° C) per garantire la sicurezza anche in caso di incendio.

Ricordiamo infine che il produttore dovrà indicare le istruzioni per la corretta installazione del raccordo.

Leghe per brasatura

Nel quadro complessivo della normativa non potevano mancare norme sulle leghe d'apporto per la realizzazione della brasatura.

Occorre innanzitutto chiarire la differenza che intercorre tra due metodi di giunzione spesso ritenuti, a torto, identici. Infatti, secondo la definizione della norma UNI EN 24063 *"Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica"* si definisce:

- **saldatura**, il procedimento di giunzione di elementi metallici che porta a fusione, per mezzo di una fiamma prodotta dalla combustione di un gas oppure di un arco elettrico generato da due elettrodi, o con altri sistemi, (le codifiche numeriche individuano i differenti procedimenti di saldatura) le estremità degli elementi da unire che solidificandosi immediatamente provocano l'unione degli elementi. Talvolta un elettrodo può fornire anche materiale d'apporto che si lega metallurgicamente con il metallo fuso;
- la **brasatura**, al contrario, non provoca mai la fusione degli elementi da unire, la giunzione avviene per mezzo della fusione di un materiale d'apporto costituito da leghe metalliche le quali solidificandosi formano un legame metallurgico con le parti metalliche da collegare. In questo caso le codifiche numeriche da indicare come rappresentazioni simboliche nei disegni sono:
  - brasatura forte 91
  - brasatura dolce 94
  - saldo-brasatura 97

Le tecniche di giunzione più utilizzate nell'impiantistica civile sono certamente la brasatura e la giunzione meccanica con i raccordi a compressione o misti precedentemente indicati.

È utile pertanto precisare le norme di riferimento per le leghe d'apporto; esse sono:

UNI EN ISO 3677 - Metallo di apporto per brasatura dolce, brasatura forte e saldobrasatura. Designazione.

UNI EN 1044 - Brasatura forte. Metalli d'apporto.

UNI EN 29453 - Leghe per brasatura dolce. Composizione chimica.

Le leghe classificate in queste norme sono numerose e destinate ad applicazioni molto diversificate, per cui è necessario individuare con maggiore precisione le leghe più idonee.

A questo scopo è necessario considerare aspetti tecnologici, ma una notevole attenzione va posta anche alle possibili implicazioni di carattere sanitario. Infatti è opportuno ricordare che elementi come piombo, antimonio o cadmio sono sostanze tossiche, pertanto le leghe per brasatura contenenti queste sostanze non devono essere poste a contatto dell'acqua potabile la quale, inquinandosi, non potrebbe più essere utilizzata per il consumo umano.

Negli impianti di riscaldamento o di distribuzione del gas, al contrario, questo problema non esiste.

Tuttavia, al fine di evitare possibili confusioni, è bene utilizzare esclusivamente le leghe che, essendo prive degli elementi suddetti, sono adatte sia per gli impianti di acqua potabile come anche per gli altri tipi di impianti civili.

Per concludere è infine necessario richiamare l'attenzione sui flussi per brasatura anch'essi oggetto di norme specifiche:

UNI EN 1045 - Brasatura forte. Flussi per brasatura forte. Classificazione e condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 29454 - Flussi per brasatura dolce. Classificazione e caratteristiche.

UNI EN 29455 (parti 1-14) Flussi per brasatura dolce. Metodi di prova.

3.1.2 Norme applicative

Analizziamo ora le regole tecniche che governano la realizzazione degli impianti.

È opportuno premettere che in questo settore ci troviamo a dover ottemperare contemporaneamente a norme tecniche ed atti legislativi talvolta non coordinati fra loro: basti pensare allo sfasamento temporale tra l'emanazione delle norme per gli impianti a gas e la loro pubblicazione in Gazzetta Ufficiale. Inoltre l'introduzione delle norme europee ha provocato, come già detto, un cambio nella numerazione delle norme che non è stato ancora recepito nella totalità dei casi.

Considereremo nel seguito i principali impianti dell'edilizia abitativa e similare di pertinenza del tubo di rame.

Impianti idrotermosanitari

Il progetto e la realizzazione degli impianti devono tenere in considerazione, oltre alla funzionalità dell'impianto stesso, anche la *compatibilità* alle strutture dell'edificio in cui sono inseriti.

Questa esigenza rese indispensabile l'emanazione di norme tecniche specifiche già negli anni '50 allorché l'ASSISTAL - Associazione Nazionale Installatori - pubblicò le *Norme Idrosanitarie Italiane* che più recentemente sono confluite nella norma UNI 9182 *"Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione"*.

Questa norma indica, tra i criteri di progettazione, anche i materiali con i quali i componenti, che costituiscono gli impianti, devono essere realizzati; per le tubazioni è ammesso il rame, in accordo con il DPR 1095 (vedi par. 3.3.3), ed in particolare è riportata la seguente specificazione:

«12.4 Tubi di rame. I tubi di rame devono rispondere alla norma UNI 6507[1].

Il minimo diametro esterno ammissibile per tubi di rame è 10 mm».

Una particolare attenzione è stata dedicata alla definizione dei criteri di progettazione che devono garantire il rispetto di alcuni requisiti fondamentali:

- garantire l'osservanza delle norme di igiene;
- assicurare la corretta pressione e portata a tutte le utenze;
- assicurare la tenuta verso l'esterno;
- limitare la produzione di rumori e vibrazioni;
- permettere una manutenzione periodica e straordinaria.

Infine va posta l'attenzione sulle procedure di installazione, messa in esercizio e manutenzione, ma soprattutto di collaudo: sono infatti previste prove e verifiche, in corso d'opera e finali, prove idrauliche a freddo e a caldo, verifiche di coibentazione e sulla rumorosità.

Nel momento in cui questo manuale è in stampa, sono state pubblicate le prime tre parti della

[1] La norma UNI 6507 è stata sostituita dalla UNI EN 1057.

norma EN 806 *(Specification for installation inside buildings conveying water for human consumption)*, che danno indicazioni sui criteri di progettazione *(part 2: design)* e di dimensionamento delle tubazioni *(part 3: pipe sizing - simplified method)* degli impianti per acqua potabile. In cantiere sono le parti riferite all'installazione *(part 4: installation)* e alla manutenzione dell'impianto *(part 5: operation and manteinance)*.

Impianti di riscaldamento

La normativa italiana, che annovera molte norme sui componenti per gli impianti di riscaldamento e su importanti aspetti impiantistici, non contempla indicazioni specifiche per il dimensionamento delle reti, la scelta dei materiali o per l'installazione degli impianti stessi.

Tuttavia è ben noto a tutti i progettisti ed installatori che il tubo di rame è di gran lunga il materiale più impiegato per le condutture idrauliche degli impianti di riscaldamento, in particolare per le reti orizzontali.

I principali riferimenti per una corretta progettazione sono:

- UNI 5364 - Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo.
- UNI 7357 - Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento.
- UNI 8364 - Impianti di riscaldamento. Controllo e manutenzione.
- UNI 9317 - Impianti di riscaldamento. Conduzione e controllo.
- UNI 10202 - Impianti di riscaldamento con corpi scaldanti a convezione naturale. Metodi di equilibratura.

In seguito all'emanazione della legge 10/91 e DPR 412/93, di cui si parlerà più avanti in questo capitolo, sono state pubblicate una serie di importanti norme, raccolta dall'UNI nel volume M13 *"La progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione con la legge 10/91"*, tra le quali vi sono le specifiche per l'isolamento delle tubazioni:

- UNI 10347 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo.
- UNI 10376 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

In base a queste norme se le tubazioni non sono coibentate è necessario calcolare l'energia termica scambiata dalle tubazioni con l'ambiente, questo contributo deve essere sommato all'energia fornita dalle altre fonti, il risultato ottenuto deve essere utilizzato per la valutazione del rendimento complessivo del sistema che a sua volta influirà sul calcolo del fabbisogno energetico mensile e stagionale.

Al contrario se le tubazioni sono isolate non emettono energia e conseguentemente non sono da considerare nel calcolo che risulta quindi semplificato.

Tuttavia il tubo può considerarsi isolato solo se la coibentazione risulta conforme alla suddetta UNI 10376. I tubi preisolati dei produttori più qualificati sono dotati delle opportune certificazioni di conformità anche nei confronti di questa norma.

Se invece la tubazione viene coibentata in opera dovrà essere il progettista o l'installatore a rilasciare questa certificazione.

Impianti a gas

Anche in questo settore abbiamo assistito ad un forte incremento delle quote di mercato di pertinenza del tubo di rame certamente favorito dall'esistenza della norma UNI 7129 -*"Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione"* che già nel 1972 e, con maggior dettaglio, nel 1992 ne ammetteva l'uso. Nel dicembre 2001 è stata poi pubblicata una nuova versione, che ingloba anche gli aggiornamenti del '95 e del '97.

Riteniamo opportuno evidenziare che la norma UNI 7129 è attualmente in fase di profonda revisione allo scopo di migliorarne alcune indicazioni,

risultate di incerta interpretazione, ma soprattutto di metterla al passo con l'evoluzione della tecnica. Riportiamo le indicazioni sui materiali ammessi per le tubazioni:

"3.2.1 Tubazioni
Le tubazioni che costituiscono la parte fissa degli impianti possono essere di:
- acciaio
- rame
- polietilene."

Ed inoltre specifica:

"3.2.1.2. Tubi di rame
I tubi di rame devono avere le caratteristiche prescritte dalla UNI EN 1057".

La norma, nell'intento di agevolare l'operatore, riporta anche un prospetto con le misure più comuni; per i diametri non citati nel prospetto bisogna adottare il massimo spessore raccomandato previsto dalla norma UNI EN 1057. E' opportuno sottolineare che, rispetto all'edizione precedente, è stato finalmente abolito l'obbligo dello spessore minimo di 2 mm per le tubazioni interrate. Infatti i prodotti, come indicato dall'art. 7 della 46/90, devono essere conformi alle norme specifiche di prodotto che, nel caso della UNI EN 1057, non prevede lo spessore suddetto per diametri inferiori ai 54 mm.

Analogamente per le giunzioni, i raccordi e pezzi speciali utilizzabili con tubo di rame si prescrive quanto segue:

"3.2.2.2 Per tubi di rame
Le giunzioni dei tubi di rame possono essere realizzate per giunzione capillare con brasatura dolce o forte (UNI EN ISO 4063) per mezzo di raccordi conformi alla UNI EN 1254-1 ed esclusivamente mediante brasatura forte per mezzo di raccordi conformi alla UNI EN 1254-5. Le giunzioni dei tubi di rame possono essere realizzate anche con giunzione meccanica per mezzo di raccordi smontabili conformi alla UNI EN 1254-2, tenendo presente che le giunzioni meccaniche non devono essere impiegate nelle tubazioni interrate.

I raccordi ed i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo.

Le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, ed anche quelle per il collegamento di rubinetti, di raccordi portagomma ed altri accessori devono essere realizzate con raccordi misti (a giunzione capillare o meccanici sul lato rame e filettati sull'altro lato) secondo la UNI EN 1254-4. Le leghe per brasatura dolce devono essere conformi alla UNI EN 29453 e le leghe per brasatura forte devono essere conformi alla UNI EN ISO 3677"

La nuova UNI 7129, sempre nel punto 3.2.2.2, introduce un opportuno riferimento ai rubinetti e alla loro norma di prodotto: *"I rubinetti per installazioni fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla UNI EN 331".*

Per quanto concerne i tubi di polietilene ricordiamo che, come da indicazioni specifiche della norma, essi possono essere utilizzati unicamente per le tubazioni interrate (punto 3.2.1.3) ed inoltre devono essere collegati alle tubazioni metalliche prima della loro fuoriuscita dal terreno e prima del loro ingresso nel fabbricato (punto 3.3.4.5). Un impianto a gas realizzato a regola d'arte rispetta in ogni punto questa normativa, in particolar modo per quanto concerne i collaudi che vanno eseguiti ripetutamente nel corso della realizzazione dell'impianto: un primo collaudo prevede una prova di tenuta sul complesso delle tubazioni costituenti l'impianto prima di allacciare gli apparecchi e qualora sia prevista un'installazione sotto traccia, prima di completare l'annegamento nella malta cementizia.

Un secondo è da effettuarsi al termine del lavoro utilizzando il contatore stesso come strumento di verifica. E' da sottolineare infine che *"i tratti interrati delle tubazioni di rame devono avere un rivestimento protettivo conforme alla UNI 10823"* (punto 3.3.4.2).

Anche la norma per gli impianti a gas di petrolio liquefatti è stata aggiornata. Infatti nel gennaio del 1999 è stata emanata la nuova edizione della *"UNI*

7131 –Impianti a gas di petrolio liquefatti per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione" alla quale questo tipo di impianti sono assoggettati. Questa recente edizione (già pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 4 del 5 gennaio 2001) introduce rilevanti aggiornamenti in merito all'installazione dei contenitori del GPL (che possono essere singole bombole, più bombole collegate in parallelo, ma anche piccoli serbatoi, i cosiddetti *bomboloni*) alle apparecchiature di regolazione dell'alimentazione ed alla connessione dell'impianto interno vero e proprio. Per quanto riguarda la progettazione e realizzazione dell'impianto interno la norma rimanda integralmente alle indicazioni riportate dalla UNI 7129: pertanto i riferimenti di quest'ultima hanno piena validità anche nel campo della UNI 7131.

Ad integrazione della UNI 7129 e UNI 7131 è stata pubblicata la specifica tecnica UNI TS 11147 che stabilisce i criteri per la progettazione, l'installazione e la manutenzione degli impianti per il trasporto del gas combustibile ad uso domestico, realizzati con sistemi di raccordi a pressare. Tale norma prende in considerazione solamente la parte dell'impianto posta all'esterno dell'edificio.

Secondo la UNI TS 11147 i raccordi a pressare devono essere conformi alla UNI 11065 e devono essere in rame e leghe di rame; questi possono essere messi solo in vista o in canaletta o interrati: nel caso di posa interrata, il raccordo a pressare deve:

a) trovarsi dentro un pozzetto ispezionabile e accessibile, con dimensioni tali da consentire la manovrabilità della pinza;

b) trasportare gas combustibile con densità minore di 0,8.

Il raccordo non può essere messo sottotraccia.

Ci sono vincoli da osservare per l'attraversamento dei muri, affinché eventuali perdite non portino ad accumulo di gas all'interno del locale o nelle cavità murarie. Viene quindi prescritto che il tubo deve essere protetto da un tubo guaina passante di metallo o altro materiale non propagante la fiamma; nel caso che il muro non sia pieno ma provvisto di intercapedini (come i mattoni forati), allora la guaina deve essere solo metallica. Inoltre la sezione libera tra guaina e tubo deve essere sigillata in corrispondenza della parte interna; si noti che nell'attraversamento del muro non devono esserci giunzioni se non quella di ingresso e di uscita.

Bisogna evidenziare che la UNI TS 11147 riguarda solo installazioni con tubazioni in rame. Le tubazioni possono essere posate a vista, in canaletta o interrate; tali tubazioni devono essere conformi alla UNI EN 1057.

Per le tubazioni a vista l'attenzione è posta sui fissaggi e sulle dilatazioni termiche, dal momento che la differenza tra la temperatura massima e minima misurata sulla superficie del tubo può raggiungere valori considerevoli (nell'appendice C della norma, è contemplato anche il caso di un ΔT di 90 °C).

Per prevenire "dannosi ed antiestetici spostamenti, rotture degli ancoraggi o della staffatura delle tubazioni" sono allora riportate opportune raccomandazioni: per esempio, che i tubi siano adeguatamente ancorati alla parete; che bisogna scegliere con cura dove mettere i punti fissi e di scorrimento; che non bisogna mettere i punti fissi proprio sui raccordi; che va messo solo un punto fisso in un tratto di tubazione senza compensatori di dilatazione; che se tale tratto di tubazione è molto lungo, il punto fisso va messo nel mezzo per quanto possibile, per dimezzare l'allungamento nelle due direzioni.

Se invece il tubo è posato e protetto dentro una canaletta, questa deve venire utilizzata ad esclusivo uso dell'impianto a gas. La canaletta deve essere costituita con materiali resistenti agli agenti atmosferici e non propaganti la fiamma. L'eventuale superficie di chiusura deve essere non a tenuta e rimovibile (per es. una griglia di aerazione) al fine di permettere ispezioni e/o manutenzioni.

La specifica tecnica spiega i criteri di posa negli edifici unifamiliari e multifamiliari. Non vi sono diversità sostanziali tra i due casi; per gli edifici

multifamiliari va sottolineata la raccomandazione di mantenere una certa distanza tra le tubazioni (sia a vista che in canaletta) per permettere gli interventi di manutenzione/sostituzione, nonché l'obbligo di individuare facilmente e correlare ogni tubazione alla rispettiva unità abitativa.

Un semplice accenno va fatto alle norme *"UNI 8723 - Impianti a gas per apparecchi utilizzati in cucine professionali e di comunità. Prescrizioni di sicurezza"*, *"UNI 9034 – Condotte di distribuzione del gas con pressioni di esercizio minore o uguale a 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione"*, *"UNI 9165 - Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazione, costruzione e collaudi "*, *"UNI 9860 – Impianti di derivazione d'utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo"*, anch'esse ammettono il tubo di rame come materiale idoneo al trasporto del gas.

3.1.3 Norme per la garanzia della qualità

Ognuno di noi possiede un concetto di "qualità" soggettivo, cioè non confrontabile. La qualità di un prodotto è spesso influenzata dall'esperienza più o meno positiva che in passato abbiamo vissuto, oppure è garantita dalla fiducia nelle persone che ci consigliano.

Fino a pochi anni fa non era possibile "misurare" la qualità o averne una indicazione preventiva. In seguito si è venuta a radicare sempre più la convinzione che un fattore fondamentale delle prestazioni di una azienda od organizzazione è la qualità dei suoi prodotti o servizi.

Nei confronti della qualità esiste a livello mondiale una continua tendenza verso maggiori esigenze da parte dei committenti; contemporaneamente vi è una crescente consapevolezza che per ottenere o mantenere buoni risultati economici è spesso necessario un continuo miglioramento della qualità.

La maggior parte delle organizzazioni (industriali, commerciali o enti pubblici) forniscono beni, prodotti o servizi che devono soddisfare le esigenze o i requisiti degli utilizzatori. Tali requisiti sono spesso contenuti in "specifiche tecniche". Tuttavia le specifiche tecniche possono da sole non garantire che i requisiti del cliente siano sempre realmente soddisfatti, se vi sono carenze nelle specifiche stesse o nel sistema organizzativo che progetta e realizza il prodotto o il servizio.

Ciò ha di conseguenza condotto allo sviluppo di norme e criteri per il sistema qualità, ad integrazione dei requisiti dei prodotti e servizi indicati nelle specifiche tecniche. La serie di norme da UNI EN ISO 9000 a UNI EN ISO 9004 rappresenta una razionalizzazione di molti e diversi approcci nazionali in questo senso.

Nel 2001 sono state pubblicate le norme UNI EN ISO 9001:2001 e UNI EN ISO 9004:2001 e la relativa serie, a seguito di una revisione iniziata nel 1992, nota come "VISION 2000". La nuova norma pone particolare attenzione alle esigenze degli utilizzatori e alla sua applicabilità alle più diverse situazioni ed organizzazioni.

Obiettivo della norma è l'orientamento all'adeguatezza sostanziale (più che alla conformità solo formale) del sistema gestionale per la qualità.

Per coloro che volessero approfondire le principali innovazioni fra il testo finale delle norme della "coppia coerente", ISO 9001:2001 e ISO 9004:2001, le norme esistenti e le certificazioni, si rimanda alla raccolta completa delle *domande più frequenti*, reperibile in italiano, sul sito www.aicq.it.

Il sistema di gestione per la qualità di una organizzazione è influenzato dagli obiettivi dell'organizzazione, dal prodotto o servizio fornito e dalle esperienze specifiche dell'organizzazione stessa, perciò varia da una organizzazione all'altra.

Anche i produttori di semilavorati di rame ed in particolare di tubi hanno recepito questa nuova esigenza ed hanno adeguato i loro cicli produttivi a questi criteri. I produttori più qualificati hanno così raggiunto l'obiettivo di poter garantire i loro controlli sulle qualità dei prodotti e fregiarsi del certificato, rilasciato dagli enti preposti, che accerta la conformità alle norme UNI EN ISO 9000 dei sistemi aziendali di garanzia della qualità.

3.2 NORMATIVE CEN

Il 1° gennaio 1993 ha dato avvio, con l'eliminazione delle barriere doganali, al mercato unico europeo. Questa "rivoluzione" ha provocato la necessità di definire un complesso di norme tecniche europee alle quali i produttori dovranno conformare le loro produzioni.

I lavori, in questo ambito, sono stati ripartiti in numerosi "Technical Committees", ognuno dei quali ha studiato o sta ancora elaborando proposte di normative, suddivise anch'esse tra norme di prodotto e norme di applicazione, che, dopo l'approvazione, dovranno essere adottate dagli enti normatori nazionali e dovranno sostituire integralmente le norme nazionali attuali.

Abbiamo già parlato di alcune di queste norme, tubi di rame, raccorderia e leghe brasanti, analogamente altri prodotti sono già sottoposti, o lo saranno in un prossimo futuro, a questo nuovo regime normativo.

Le valvole termostatiche per radiatori e la rubinetteria sanitaria sono, in questo senso, esempi che possono essere citati: nel 1986 il CEN ha emanato le normative europee che nel 1989 sono state adottate dall'UNI come norme UNI EN 215 per le valvole e UNI EN 200 per la rubinetteria.

In questo caso possiamo anticipare che sono già in corso studi per la revisione ed aggiornamento periodico delle norme suddette.

Per quanto concerne invece la normativa europea a carattere applicativo con implicazioni per il tubo di rame, i Comitati Tecnici all'opera sono:

- Cen/TC 130 - Heating systems
- Cen/TC 164 - Water supply
- Cen/TC 234 - Gas supply.

I lavori di questi Comitati sono iniziati dopo che le norme di prodotto erano state quanto meno definite nelle loro parti essenziali ed hanno accumulato ulteriori ritardi dovuti alla difficoltà di armonizzare le tecniche di installazione tradizionali delle singole nazioni europee.

Tuttavia qualche passo avanti è stato compiuto anche in questo campo.

Infatti possiamo citare alcuni esempi significativi come la norma *"EN 806 (Specifications for installations inside buildings covering water for human consumption, part 1: general; part 2: design; part 3: pipe sizing - simplified method)"* che tuttavia sarà resa pubblica unitamente alle altre parti ancora in fase di approvazione *(part 4: installation; part 5: operation and manteinence)* o come la *"UNI EN 1775 - Trasporto e distribuzione di gas. Tubazioni di gas negli edifici. Pressione massima di esercizio ≤ 5 bar. Raccomandazioni funzionali"*.

Ma soprattutto occorre ricordare, perché già pienamente vigente, la norma sui sistemi di riscaldamento a pannelli radianti *"UNI EN 1264 - Riscaldamento e pavimento. Impianti e componenti"*. Essa è suddivisa in quattro parti di cui, ad oggi, sono state pubblicate le prime tre:

p. 1 - Definizioni e simboli
p. 2 - Determinazione della potenza termica
p. 3 - Dimensionamento
p. 4 - Installazione.

L'importanza di questa norma è dovuta alla definizione di un metodo di calcolo che riassume le esperienze lungamente maturate in tutti i paesi europei e che permette finalmente di poter mettere a confronto differenti tipologie di pannelli radianti utilizzando un unico metodo per la progettazione.

Un esempio di dimensionamento di un impianto a pannelli radianti secondo il metodo della norma europea è riportato nel cap. 6, tuttavia è importante sottolineare che tra i fattori che influenzano l'emissione del calore nell'ambiente è, ovviamente, compresa la conduttività termica del materiale con cui è fabbricato il tubo della serpentina.

La norma fissa questo parametro nella tabella che riportiamo integralmente, in cui PB è il polibutilene, PP il polipropilene e PE-X il polietilene reticolato. Dalla tabella emerge prepotentemente un

dato: il rame è il miglior conduttore di calore tra i materiali di uso tecnologico.

3.3 LEGISLAZIONE NAZIONALE

La conoscenza delle leggi in materia di impiantistica è fondamentale per chiunque operi in questo settore, ma data la complessità e vastità di questo argomento, un esame anche superficiale non rientra negli scopi di questo manuale.

Concentriamo invece l'attenzione sulle leggi che interagiscono direttamente con l'utilizzo del tubo di rame.

3.3.1 Sicurezza degli impianti

Le prime leggi in materia di sicurezza degli impianti sono state, cronologicamente, la legge 1 marzo 1968 n. 186, per il settore elettrotecnico e la legge 6 dicembre 1971 n. 1083 per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile. Queste leggi impongono che gli impianti devono essere realizzati secondo le "regole della buona tecnica" per la salvaguardia della sicurezza, affermando inoltre esplicitamente che il pieno rispetto delle norme UNI e CEI relative è garanzia di questo modo di operare.

La sicurezza, tuttavia, va pensata non solo come prevenzione di eventuali incidenti ma anche come garanzia di benessere derivante dal buon funzionamento dell'impianto. L'ottenimento di questo risultato è dato dal concorso di tre fattori: una corretta progettazione, la scelta di prodotti di qualità ed infine una realizzazione che rispetti le suddette regole di buona tecnica.

L'impiantistica non fa certamente eccezione a questa regola fondamentale e perché ciò avvenga è necessario che tutte le figure professionali operanti nel settore siano qualificate e responsabili del proprio operato sia direttamente, come nel caso dei progettisti, sia per mezzo di adeguate garanzie, in aggiunta alla salvaguardia del buon nome della società, nel caso dei produttori di componenti. È

Materiali	Conduttività termica λ W /(m • K)
Tubo PB	**0,22**
Tubo PP	**0,22**
Tubo PE-X	**0,35**
Tubo di acciaio	**52**
Tubo di rame	**390**
Tubo di PVC con scanalatura	**0,15**
Tubo di PVC senza scanalatura	**0,2**
Conduttori di alluminio	**200**
Conduttori di acciaio	**52**
Strato di supporto di cemento	**1,2**
Strato di supporto anidro	**1,2**

utile, a questo proposito, ricordare la Direttiva CEE 85/374 sulla responsabilità del produttore per danno derivante da prodotti difettosi, recepita dal nostro ordinamento con il DPR 24 maggio 1988 n. 224, che introduce una garanzia decennale a partire dal momento della commercializzazione del prodotto.

Fino a qualche anno fa l'anello debole della catena era rappresentato dalla categoria degli installatori che, unica nazione in Europa, non aveva gli strumenti legali per il riconoscimento della qualificazione professionale.

Si assisteva così all'inquinamento del settore da parte di aziende improvvisate, quando addirittura non si trattava di "dopolavoristi, cassaintegrati" ed altro ancora.

La legge *"5 marzo 1990 n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti"* ed il relativo *"DPR 6 dicembre 1991 n. 447 - Regolamento di attuazione della legge n. 46 in materia di sicurezza degli impianti"* sono norme di estrema importanza per il settore impiantistico.

Infatti, oltre ad introdurre l'obbligatorietà della progettazione di alcuni tipi di impianto (art. 6) ed una serie di adempimenti a carico del progettista, essa ha posto le basi per la certificazione delle imprese con comprovati requisiti tecnico-professio-

nali (art. 2, 3, 4 e 5). Ma l'importanza di questa legge non si esaurisce in questi punti, anche la scelta dei materiali è individuata come operazione altamente responsabilizzante, impegnando tutti all'uso di materiali costruiti secondo le norme UNI o CEI, nonché alla loro installazione nel rispetto della normativa tecnica.

I fabbricanti sono tenuti, se espressamente richiesto, ad attestare la conformità dei loro prodotti alle normative vigenti e questa opportunità potrà risultare di grande aiuto per gli installatori che sapranno utilizzarla. Permane certamente il problema del controllo sui prodotti ordinati e immagazzinati dall'installatore, ma anche in questo caso il produttore qualificato potrà fornire adeguate garanzie apponendo sempre il numero della norma di riferimento tra le indicazioni riportate sulla confezione, ove presente, o direttamente sul prodotto.

Occorre inoltre ricordare che, in caso di lavori di manutenzione, modifica o ampliamento degli impianti, la legge prescrive l'adeguamento degli impianti nel loro complesso alle normative in vigore. Infine, viene fatto obbligo all'installatore di rilasciare una dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto delle indicazioni della legge stessa.

La dichiarazione, sottoscritta dal titolare dell'impresa installatrice, completa dei numeri di partita IVA e iscrizione alla C.C.I.A.A. è necessaria per l'ottenimento del certificato di abitabilità o agibilità per i nuovi edifici. Se l'impianto è realizzato in un edificio per il quale il certificato di abitabilità è già stato rilasciato, l'impresa installatrice dovrà depositare presso il Comune il certificato di conformità.

3.3.2 Risparmio energetico

Il rame ha fornito un contributo importante ai fini del risparmio energetico ancor prima che venissero emanate in merito leggi che, nell'evolversi delle ripetute crisi energetiche, hanno imposto modifiche sostanziali agli impianti di riscaldamento.

Inoltre, all 'apparire delle normative in materia, l'industria del tubo di rame ha risposto con tempestività immettendo sul mercato un tubo prerivestito, adeguato alle nuove esigenze, meglio conosciuto con il nome di *"tubo rame 373"* dal numero della legge stessa.

È infatti la legge *"30 aprile 1976 n. 373 –Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici"* che introduce, con l'art. 8, l'obbligatorietà dell'isolamento termico delle tubazioni dell'impianto di riscaldamento.

Le modalità per la realizzazione del suddetto isolamento sono state esplicitate nel successivo *"DPR 28 giugno 1977 n. 1052 – Regolamento di esecuzione della legge 30 aprile 1976 n. 373 relativa al consumo energetico per usi termici negli edifici"*.

Dopo quasi 15 anni, durante i quali la legge 373 non è mai stata applicata pienamente, si è pervenuti alla nuova legge *"9 gennaio 1991 n. 10 - Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"*.

La legge dedica una particolare attenzione alla progettazione e messa in esercizio degli impianti (art. 25, 26 e 27) che deve essere accompagnata da una relazione tecnica del progettista che attesti la conformità alla legge stessa (art. 28), secondo i criteri individuati dalle norme tecniche. Inoltre è prevista l'introduzione della "certificazione energetica degli edifici" (art. 29 e 30) che dovrà essere allegata ai contratti di locazione o compravendita dell'immobile o della singola unità abitativa.

Anche l'esercizio e la manutenzione sono regolamentati (art. 31) individuando, tra l'altro, la figura del "responsabile" della conduzione e della manutenzione dell'impianto.

Per quanto concerne l'isolamento delle tubazioni la legge (art. 4, comma 4) rimanda alle regole tecniche emanate, anche se con un certo ritardo, con il *"DPR 26 agosto 1993 n. 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti tecnici*

SANCO®
Normativa e legislazione

D.P.R. 412 – allegato B - del 26 agosto 1993

ISOLAMENTO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DEL CALORE NEGLI IMPIANTI TERMICI

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla seguente tabella in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40°C.

* Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella stessa.
* I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella, vanno moltiplicati per 0,5.
* Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella, vanno moltiplicati per 0,3.
* Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentazione sono fissati da norme tecniche UNI che verranno pubblicate entro il 31 ottobre 1993 e recepite dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato entro i successivi trenta giorni.

I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

Conduttività Termica utile dell'isolante (W/m °C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	> 100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991 n. 10".

Il Decreto indica infine specifiche normative tecniche per la determinazione e la verifica delle caratteristiche dei prodotti utilizzabili. Tra queste vi è in particolare la già citata *"UNI 10376 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici"* già recepita, unitamente alle altre, con il DM 6 agosto 1994 (G.U. n. 197 del 24 agosto 1994): *"Recepimento delle norme UNI attuative del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 recante il regolamento per il contenimento dei consumi di energia degli impianti termici degli edifici, e rettifica del valore limite del fabbisogno"*.

I requisiti minimi per l'isolamento di tutte le tubazioni che convogliano fluidi caldi sono indicati nell'allegato B del DPR 412/93 che riportiamo integralmente.

È importante notare che i valori degli spessori di isolamento con cui devono essere coibentate le tubazioni dipendono esclusivamente da fattori geometrici (diametro delle tubazioni), dalla temperatura del fluido che percorre la tubazione e dalla conduttività del materiale isolante, al contrario nessuna influenza è attribuita al materiale costituente la tubazione.

In realtà poiché il tubo di rame ha uno spessore di parete molto ridotto possiamo certamente affermare che, a parità di diametro interno, è il tubo con il diametro esterno minimo tra i prodotti in commercio e pertanto anche lo spessore di isolante necessario per rispettare i requisiti di legge risulta essere il più ridotto.

A titolo di completezza ricordiamo che il DPR 412 è stato aggiornato con il DPR n.551 del 21 dicembre 1999 (*"Regolamento recante modifiche al DPR 26 agosto 1993 n.412 in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia"*) pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.81 del 6 aprile 2000, senza che vi fossero modifiche riguardanti l'isolamento delle tubazioni.

Un ultimo riferimento legislativo in merito ai tubi di rame preisolati è il D.M. 2 aprile 1998 (G.U. n. 102 del 5 maggio 1998) *"Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi"*.

Questo decreto sancisce che quei prodotti, che hanno riferimenti specifici ad alcuni requisiti della legge 10/91 *"... nella denominazione di vendita, nell'etichetta o nelle pubblicità..."* sono soggetti all'obbligo di certificazione secondo le modalità del decreto stesso.

Tra i prodotti riportati nell'apposito allegato figurano le *"tubazioni metalliche preisolate"* per le quali deve essere certificata la resistenza termica lineica e i *"materiali isolanti per le tubazioni e condotte"* per i quali deve essere certificata, alternativamente, la conduttività termica o la resistenza termica lineica.

3.3.3 Distribuzione dell'acqua potabile

Il documento base è senza dubbio il Decreto del Presidente della Repubblica 3 agosto 1968 n. 1095, apparso sulla Gazzetta Ufficiale n. 277 del 29 ottobre 1968, che qui a lato riportiamo integralmente.

Con questa legge fu sancita la possibilità di utilizzare il tubo di rame per la distribuzione dell'acqua potabile in alternativa al tubo di acciaio zincato. Un notevole impulso all'emanazione di questo decreto venne fornito, per altro, dalla constatazione che in tutto il mondo industrializzato il rame era ed è tuttora il materiale più utilizzato per le tubazioni dell'acqua potabile.

A seguito del recepimento della nuova Direttiva Europea sull'acqua destinata al consumo umano (vedi cap. 3.4) il Ministero della Salute ha emanato il decreto 174/04 ("Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano", pubblicato sulla G. U. del

D.P.R. 1095 DEL 3 AGOSTO 1968

"modifica all'art. 125 del regolamento generale sanitario, approvato con regio decreto 3 febbraio 1901, n. 45 e modificato con regio decreto 23 giugno 1904, n. 369

Il Presidente della Repubblica

Visto l'art. 87 della Costituzione;

Visto l'art. 125 lettera d) del regolamento generale sanitario, approvato con regio decreto 3 febbraio 1901, n. 45 e modificato con regio decreto 23 giugno 1904, n. 369, che vieta l'uso del rame non stagnato per le condotte di acqua potabile;

Udito il parere del Consiglio di Stato;

Sentito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del ministro della Sanità di concerto con il Ministro per l'Industria, il Commercio e l'Artigianato;

Decreta

La lettera d) del n. 1 dell'art. 125 del regolamento generale sanitario, approvato con regio decreto 23 giugno 1904, n. 369 è così sostituita:

"d) fatti di rame ed ottone e non rivestito internamente di stagnatura o saldati con lega di stagno e piombo contenente quest'ultimo più del 10%, il divieto non concerne i tubi di rame elettrolitico nelle condotte di acqua potabile nell'interno delle abitazioni, che sono ammessi sempre che siano osservate le seguenti prescrizioni:

1) il materiale rame elettrolitico può essere impiegato esclusivamente per le tubazioni nell'interno delle abitazioni;

2) il materiale rame elettrolitico, per quanto riguarda la composizione chimica, deve avere un titolo di purezza non inferiore a 99,90% di rame, comprese eventuali minime tracce di argento e non deve contenere fosforo in quantità superiore a g 0,04%,

3) i tubi di rame elettrolitico che non contengono fosforo o che lo contengono in misura inferiore a g 0,015 all'esame microscopico eseguito con un ingrandimento di 75 diametri devono dimostrarsi esenti da ossido rameoso;

4) l'acqua erogata deve contenere al massimo 3 milligrammi per litro di rame dopo contatto stagnante per 16 ore con i tubi e solamente per i primi 10 giorni di esercizio. Dopo tale periodo la quantità di rame disciolta non deve superare mg 1,5 per litro;

5) le ditte produttrici devono apporre sui tubi di rame apposita punzonatura, intervallata ogni 60 centimetri, sulla quale siano indicati: il marchio di fabbrica, il nome della ditta produttrice, l'anno di fabbricazione, il titolo di purezza del materiale".

Con decreto del Ministro per la Sanità, di concerto con il Ministro per l'Industria, il Commercio e l'Artigianato, verranno emanate istruzioni tecniche concernenti l'impianto dei tubi di rame per la distribuzione domestica dell'acqua potabile.

Detto Decreto verrà pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana.

Il presente Decreto, munito del sigillo di Stato, sarà inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e farlo osservare.

Dato ad Antagnod, addì 3 agosto 1968."

17/07/2004) per rendere attuabile la direttiva. Si è scelta la via della *"lista positiva"* di materiali utilizzabili a contatto con l'acqua potabile.

Il decreto si basa sul principio che i materiali utilizzabili non devono peggiorare le caratteristiche organolettiche e microbiologiche dell'acqua potabile e non devono rilasciare sostanze nocive per la salute. Le categorie di materiali ammessi comprendono metalli (rame e leghe, acciaio e inox, alluminio ecc.), alcuni tipi di materie plastiche, prodotti ceramici, smalti e vetri e prodotti a base di leganti idraulici. I materiali non contenuti nella *"lista positiva"* devono essere oggetto di una autorizzazione specifica del Ministero della Salute.

Occorre sottolineare che il rame ed alcune sue leghe, incluse nell'elenco dei materiali idonei, sono

utilizzabili semplicemente sulla base della certificazione, rilasciata dal produttore, che attesta la conformità del tipo di rame o della composizione chimica della lega impiegati nella fabbricazione del tubo o degli accessori correlati alle prescrizione del suddetto decreto. Al contrario per le materie plastiche sono imposti limiti alle famiglie di polimeri, ma soprattutto agli additivi (plastificanti, stabilizzanti, coloranti, ecc.) in esse contenuti. Inoltre i manufatti devono essere sottoposti a controlli di idoneità attraverso prove di migrazione totale e specifica.

Il rame e le leghe di rame sono l'oggetto del paragrafo 1.5 del documento legislativo ed in particolare si fa esplicito riferimento, tra gli altri, alle tubazioni e raccordi in rame Cu-DHP, agli ottoni (Cu 55-64%, Pb ≤ 3,5%, Zn il resto) e ai bronzi allo stagno (Sn 1,5-9%, Pb ≤ 4,5%, Zn ≤ 10%, Cu il resto) per raccordi, rubinetteria e valvolame; in alcuni componenti, come pompe e grandi valvole, si possono anche utilizzare i bronzi all'alluminio (Al 4-12,5%, Ni ≤ 6%, Cu il resto) ed infine altre leghe, come i cupronickel, possono essere impiegate per applicazioni specifiche.

Vengono prese in considerazione anche le leghe per brasatura (punto 2.0): si stabilisce che *"non devono contenere piombo e antimonio in percentuali superiori a 0,1 e cadmio a 0,01%"* ; si noti che in commercio esistono numerosi prodotti validi che non contengono i suddetti metalli.

Possiamo osservare che il "sistema rame" è perfettamente rappresentato, non solo nei tubi e raccordi in Cu-DHP, ma anche negli ottoni, con cui viene fabbricata la gran parte dei raccordi a compressione e dei collettori, oltre che essere largamente utilizzato per la rubinetteria ed il valvolame.

3.3.4 Impianti a gas

Abbiamo già accennato alla legge 1083/71 a proposito delle leggi sulla sicurezza degli impianti, ritorniamo ora sull'argomento poiché è in base a questa legge che tutte le norme UNI-CIG inerenti gli impianti ed apparecchi a gas sono soggette all'approvazione, oltre che dell'Ente normatore, anche del Ministro per l'Industria, il Commercio e l'Artigianato che, con apposito Decreto ministeriale, le pubblica sulla Gazzetta Ufficiale al fine di ottenere la loro più ampia divulgazione.

Poiché questa legge è tuttora pienamente vigente e di rilevante importanza si ritiene utile riportarla integralmente.

Un altro testo legislativo decisamente importante è il D.M. 12 aprile 1996 - *"Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi"*.

Infatti è opportuno ricordare che le centrali termiche di portata termica superiore a 35 kW sono, in base all'art. 4 della legge 966 del 1965 e al D.M. 16 febbraio 1982, una delle 97 attività soggette al controllo di prevenzione incendi.

Il decreto 12/4/96 concerne, come il titolo stesso chiarisce, la progettazione, costruzione ed esercizio delle centrali termiche a gas e sostituisce la fatidica ed ormai obsoleta Circolare 68 del 25 novembre 1969. Il decreto introduce, finalmente, anche se con alcune limitazioni la possibilità di utilizzare il tubo di rame per l'adduzione del gas al generatore.

Le limitazioni riguardano la pressione massima di esercizio che deve essere non maggiore di 0,04 bar (condotte di 7° specie secondo DM 24 novembre 1984) e per i metodi di giunzione che potranno essere realizzati per mezzo di brasatura forte o con raccordi meccanici a compressione (per tubazioni fuori terra e a vista o ispezionabili) senza elementi non metallici.

3.4 LA LEGISLAZIONE EUROPEA

La legislazione europea si esprime attraverso la l'emanazione di "Direttive del Consiglio Europeo" che gli Stati Membri devono obbligatoriamente recepire per non incorrere nelle sanzioni pecuniarie previste dai trattati dell'Unione Europea. Si tratta di leggi quadro che estendono, cioè, i loro principi su una pluralità di settori e campi di applicazione.

Abbiamo già fatto riferimento a una Direttiva europea: la 85/374, ma anche altre hanno implicazioni specifiche sul tubo di rame, in particolare la 89/106 CEE sui prodotti da costruzione e la 98/83/CE sulle acque destinate al consumo umano.

La prima è una legge del 1989 emanata con lo scopo di eliminare le barriere tecniche alla libera circolazione dei prodotti da costruzione all'interno della Unione Europea (all'epoca ancora definita Comunità Economica Europea). I prodotti da costruzione, per usufruire dei vantaggi offerti da un mercato liberalizzato, devono soddisfare una serie

SANCO®
Normativa e legislazione

Legge 1083 del 6 dicembre 1971

Legge 6 dicembre 1971, n. 1083. Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile. (GAZZETTA UFFICIALE n. 320 del 20 dicembre 1971)

La Camera dei Deputati ed il Senato della Repubblica hanno approvato:

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Promulga la seguente legge:

ART. 1
Tutti i materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico ed usi similari devono essere realizzati secondo le regole specifiche della buona tecnica, per la salvaguardia della sicurezza.

ART. 2
I gas combustibli ad uso domestico ed uso similare, distribuiti mediante condotte o liquefatti e compressi in bombole, che non abbiano di per sé odore caratteristico e sufficiente perché possa esserne rilevata la presenza prima che si creino condizioni di pericolo, devono essere odorizzati, a cura delle imprese od aziende produttrici o distributrici, con sostanze idonee aggiunte in quantitativi adeguati in modo che sia possibile avvertire la presenza di gas in quantità pericolosa per esplosività e tossicità.

ART. 3
I materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico e l'odorizzazione del gas, di cui ai precedenti articoli, realizzati secondo le norme specifiche per la sicurezza, pubblicate dall'Ente Nazionale di Unificazione (UNI) in tabelle con la denominazione UNI-CIG, si considerano effettuati secondo le regole della buona tecnica per la sicurezza. Le predette norme sono approvate con decreto del Ministro per l'Industria, il Commercio e l'Artigianato.

ART. 4
La vigilanza sull'applicazione della presente legge è demandata al Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, che ha facoltà di disporre accertamenti direttamente o a mezzo istituti, enti o laboratori autorizzati con decreto del Ministro per l'Industria, il Commercio e l'Artigianato.
I funzionari del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, nonché degli istituti, enti e laboratori sopra indicati, nell'esercizio delle loro funzioni, sono ufficiali di polizia giudiziaria.

ART. 5
I trasgressori delle disposizioni previste dalla legge sono puniti con l'ammenda da lire 100 mila a lire 2 milioni o con l'arresto fino a due anni.

ART. 6
La presente legge entra in vigore dopo un anno dalla sua pubblicazione nella GAZZETTA UFFICIALE.

La presente legge, munita del sigillo dello Stato, sarà inserita nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti della Repubblica Italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge dello Stato.

Data a Roma, addì 6 dicembre 1971

SARAGAT

Colombo-Gava-Restivo-Zagari-Mariotti

LEGGI E DECRETI

L. 186 - 1° marzo 1968
Sicurezza degli impianti elettrotecnici.

DPR 1095 - 3 agosto 1968
Modifica all'art. 125 del regolamento generale sanitario, approvato con regio decreto 3 febbraio 1901, n° 45 e modificato con regio decreto 23 giugno 1904, n° 369.

L. 1083 - 6 dicembre 1971
Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile.

Direttiva 85/374/CEE
relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati Membri in materia di responsabilità per danno da prodotti difettosi.

Direttiva 89/106/CEE
concernente i prodotti da costruzione.

DPR 224 - 24 maggio 1988
Regolamento per l'attuazione della Direttiva CEE 85/374.

L. 46 - 5 marzo 1990
Norme per la sicurezza degli impianti.

L. 10 - 9 gennaio 1991
Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

DPR 447 - 6 dicembre 1991
Regolamento di attuazione della legge n. 46 in materia di sicurezza degli impianti.

DPR 412 - 26 agosto 1993
Regolamento recante norme per la progettazione, l'installlazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti tecnici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 10 del 9 gennaio 1991.

DM - 6 agosto 1994
Recepimento delle norme UNI attuative del decreto del presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 recante il regolamento per il contenimento dei consumi di energia degli impianti termici degli edifici, e rettifica del valore limite del fabbisogno.

DM -12 aprile 1996
Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti tecnici alimentati da combstibili gassosi.

DM - 2 aprile 1998
Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi.

DPR 218 - 13 maggio 1998
Regolamento recante disposizioni in materia di sicurezza degli impianti a gas combustibile per uso domestico.

Direttiva 98/83/CE
Concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

DPR n.551 - 21 dicembre 1999
Regolamento recante modifiche al DPR 26 agosto 1993 n.412 in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.

D.Lgs. 31 – 2 febbraio 2001
Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano

D.Lgs. 27 – 2 febbraio 2002
Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualita' delle acque destinate al consumo umano.

DM 174 - 6 aprile 2004
Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.

NORME

UNI ISO 7
Filettatura di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto.

UNI EN 200
Rubinetteria sanitaria. Prescrizioni generali dei rubinetti singoli e miscelatori (dimensione 1/2) PN 10. Pressione dinamica minima di 0,05 MPa.

UNI EN 215
Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova.

UNI ISO 228
Filettatura di tubazioni per accoppiamento non a tenuta sul filetto.

UNI EN 1044
Brasatura forte. Metalli d'apporto.

UNI EN 1045
Brasatura forte. Flussi per brasatura forte. Classificazione e condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 1057
Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

UNI EN 1254 (1÷5)
Rame e leghe di rame - raccorderia idraulica.

UNI EN 1264 (1÷4)
Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti.

UNI EN 1775
Trasporto e distribuzione del gas. Tubazione di gas negli edifici. Pressione massima di esercizio ≤ 5 bar. Raccomandazioni funzionali.

UNI ISO 3677
Metallo di apporto per brasatura dolce, brasatura forte e saldobrasatura.

UNI 5364
Impianti di riscaldamento. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo.

UNI 7131
Impianti a gas di petrolio liquefatti per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.

UNI 7357
Calcolo del fabbisogno termico di edifici.

UNI 8364
Impianti di riscaldamento. Controllo e manutenzione.

UNI 8723
Impianti a gas per apparecchi utilizzati in cucine professionali e di comunità. Prescrizioni di sicurezza.

UNI 9034
Condotte di distribuzione del gas con pressioni di esercizio ≤ 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione.

UNI 9165
Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio ≤ 5 bar. Progettazione, costruzione e collaudi. (F. A. 1)

UNI 9182
Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

UNI 9317
Impianti di riscaldamento. Condizioni e controllo.

UNI 9860
Impianti di derivazione d'utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo.

UNI 10202
Impianti di riscaldamento con corpi scaldanti a convenzione naturale. Metodi di equilibratura.

NORME

UNI 10347
Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata da una tubazione e ambiente circostante. Metodo di calcolo.

UNI 10738
Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data del 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali.

UNI EN 24063
Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni.

UNI EN 29453
Leghe per brasatura dolce. Composizione chimica.

UNI EN 29454
Flussi per brasatura dolce. Classificazione e caratteristiche.

UNI EN 29455 (1÷15)
Flussi per brasatura dolce. Metodi di prova.

EN 806 (1÷3)
Specification for installations inside buildings covey-ing water for human consumption. Part 1: general, part 2: design; part 3: pipe sizing - simplified method.

UNI EN 13348
Tubi di rame tondi senza saldatura per gas medicali o per vuoto.

UNI EN 12735-1
Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione - Tubi per sistemi di tubazioni.

UNI EN 12735-2
Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione - Tubi per apparecchiature

UNI EN 737-3
Impianti per gas medicali compressi e per vuoto

UNI EN 12449
Tubi tondi senza saldatura per usi generali

UNI EN 12450
Tubi capillari rotondi di rame senza saldatura

UNI EN 12451
Tubi tondi senza saldatura per scambiatori di calore

UNI EN 12452
Tubi alettati senza saldatura per scambiatori di calore

UNI 7129
Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione

UNI EN 331
Rubinetti a sfera ed a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici

UNI 10823
Tubi di rame rivestiti per applicazione gas in zone di interramento - Rivestimento esterno di materiali plastici applicato per estrusione

UNI 11065
Raccorderia idraulica - raccordi a pressare in rame e leghe di rame per acqua e gas combustibile.

UNI EN 378-2
Impianti di refrigerazione e a pompa di calore.

UNI 11137
Impianti a gas per uso domestico e similare - Linee guida per la verifica e per il ripristino della tenuta di impianti interni in esercizio.

UNI TS 11147
Impianti di adduzione gas per usi domestici alimentati da rete di distribuzione, da bombole e serbatoi fissi di GPL, realizzati con sistemi di giunzioni a raccordi a pressare.

UNI EN 13349
Tubi di rame pre-isolati mediante rivestimento di guaina compatta.

prEN 14905
Plumbing fittings - Recommended practice for the installation of copper and copper alloy plumbing fittings.

prEN 806 (4-5)
Specification for installation inside buildings conveying water for human consumption. Part 4: installation; part 5: operation and manteinance.

di “requisiti essenziali” definiti dalla Direttiva suddetta, attraverso il rispetto di “normative armonizzate”, emanate dal CEN su mandato della stessa Unione Europea, le quali indicano le metodologie ed i criteri di valutazione per accertare la conformità dei prodotti stessi.
È da questa Direttiva che la normazione europea riceve una spinta propulsiva determinante; infatti l’Unione Europea, nell’affidare il mandato al CEN, ha istituito finanziamenti specifici a favore dell’Ente normatore per lo studio e la pubblicazione delle necessarie norme armonizzate.

I prodotti di fabbricazione europea conformi a queste norme potranno fregiarsi del ben noto marchio CE che rappresenta il “passaporto” per la loro libera circolazione all’interno della UE.

Da pochi mesi la UE ha dato mandato al CEN di avviare questa procedura anche per i tubi di rame i quali, in un prossimo futuro, dovranno essere anch’essi marcati con il simbolo CE.

La direttiva 98/83/CE, approvata il 3 novembre 1998 e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee il 5 dicembre 1998, che sostituisce ed abroga la precedente direttiva CEE/80/778, definisce, invece, le caratteristiche necessarie perché un’acqua possa essere considerata utilizzabile per il consumo umano *“con l’obiettivo ... di proteggere la salute umana dagli effetti negativi derivanti dalla contaminazione delle acque ..., garantendone la salubrità e la pulizia”*.

Questa direttiva, rappresenta un’ulteriore conferma della piena compatibilità tra tubi di rame ed acqua potabile; infatti impone come valore di parametro del rame un limite di 2 mg/l, che raddoppia la massima concentrazione ammissibile (1 mg/l), prevista dal DPR 24 maggio 1988 n° 236 *“Attuazione della Direttiva CEE 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano ai sensi dell’articolo n° 15 della legge 16 aprile 1987 n° 183”*.

Tuttavia, nell’atto di recepimento della direttiva europea con il decreto legislativo del 2 febbraio 2001 n° 31 (Gazzetta Ufficiale S. O. n° 52 del 3 marzo 2001) che abroga il suddetto DPR 236/88, l’Italia ha optato per mantenere il valore precedente per alcuni parametri, rame compreso, laddove la direttiva ha previsto un innalzamento.

Il rame, quindi, continuerà ad essere sottoposto ad un limite di 1 mg/l (1000 µg/l), ma con una rilevante differenza: oggi questo valore non è più un valore massimo ma esso *“... si riferisce ad un campione di acqua destinata al consumo umano ottenuto dal rubinetto tramite un metodo di campionamento adeguato e prelevato in modo da essere rappresentativo del valore medio dell’acqua ingerita settimanalmente dai consumatori. (... omissis ...)”* (nota 3 della Parte B – Parametri chimici, pag. 22).

E’ infine doveroso ricordare che nel febbraio 2002 è stato emanato un aggiornamento al decreto di recepimento (D.L.27 del 2 febbraio, in G.U n. 58 del 9 marzo 2002) ma quest’ultimo non ha introdotto modifiche concernenti il rame.

Questo aspetto assume una forte rilevanza poiché, come indicato all’articolo 6, la qualità dell’acqua deve essere valutata, nel caso di fornitura attraverso una rete di distribuzione, *“nel punto, all’interno dei locali o stabilimenti, in cui queste fuoriescono dai rubinetti, di norma utilizzati per il consumo umano”*. Per questo motivo, mentre gli enti erogatori devono garantire la qualità dell’acqua distribuita, la Direttiva attribuisce al proprietario la responsabilità che l’impianto domestico venga realizzato con tecnologie e materiali che permettano di preservarne la bontà, evitando superamenti dei limiti, causati da cessioni di sostanze da parte dei materiali utilizzati o dalla sua cattiva manutenzione.

Le aziende produttrici, che aderiscono alla Campagna Europea di Promozione del Rame nell’Impiantistica (ECPPC), garantiscono, attraverso un rigoroso controllo del processo produttivo, la piena conformità del prodotto alle normative nazionali ed alle nuove regolamentazioni europee che abbiamo qui riassunto.

Selezione della legislazione e normativa italiana in materia di tubo di rame e sue applicazioni nel settore idrotermosanitario

D.P.R. 1095/68. Materiali ammessi per la distribuzione dell'acqua potabile 76

Estratto D.M. 174/04. Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano 77

D.Lgs. 31/01. Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano 79

Legge 46/90. Norme per la sicurezza degli impianti 113

D.P.R. 447/91. Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti 118

Estratto della norma UNI 7129. Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione 124

Estratto della Specifica Tecnica UNI TS 11147. Impianti a gas per uso domestico. Impianti di adduzione gas per usi domestici alimentati da rete di distribuzione, da bombole e serbatoi fissi di GPL, realizzati con sistemi di giunzioni a raccordi a pressare. Progettazione, installazione e manutenzione 133

D.P.R. 412/93 (Allegato B). Regolamento norme per la progettazione, installazione, esercizio impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia 135

Estratto D.M. del 12/04/96. Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi 138

Tabella dimensionale UNI EN 12735-1: Tubi rame per l'aria condizionata e refrigrazione 143

Tabelle per la determinazione delle perdite di carico 145

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo I

Anno 109° — Numero 277

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA — ROMA - Martedì, 29 ottobre 1968 — SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI MENO I FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA — UFFICIO PUBBLICAZIONE DELLE LEGGI E DECRETI — TELEFONO 650-139
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO STATO — LIBRERIA DELLO STATO — PIAZZA GIUSEPPE VERDI, 10 — 00100 ROMA — CENTRALINO 6508

PREZZI E CONDIZIONI DI ABBONAMENTO

ALLA PARTE PRIMA E SUPPLEMENTI ORDINARI

Anno L. 29.000 - Semestrale L. 16.000 - Trimestrale L. 8.500 - Un fascicolo L. 90 - Fascicoli annate arretrate: L. 180 - Supplementi ordinari: L. 90 per ogni sedicesimo o frazione di esso.

ALLA PARTE SECONDA (Foglio delle inserzioni)

Anno L. 14.500 - Semestrale L. 8.000 - Trimestrale L. 4.500 - Un fascicolo L. 80 - Fascicoli annate arretrate: L. 160.

I PREZZI di abbonamento sono comprensivi d'imposta di bollo — Per l'ESTERO i prezzi di abbonamento sono il doppio di quelli indicati per l'interno
I fascicoli disguidati devono essere richiesti entro 30 giorni dalla data di pubblicazione

L'importo degli abbonamenti deve essere versato sul c/o postale n. 1/40503 intestato all'Istituto Poligrafico dello Stato

LEGGI E DECRETI

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 3 agosto 1968, n. 1095.

Modifica all'art. 125 del regolamento generale sanitario, approvato con regio decreto 3 febbraio 1901, n. 45, e modificato con regio decreto 23 giugno 1904, n. 369.

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Visto l'art. 87 della Costituzione;

Visto l'art. 125, lettera *d*) del regolamento generale sanitario approvato con regio decreto 3 febbraio 1901, n. 45 e modificato con regio decreto 23 giugno 1904, n. 369, che vieta l'impiego del rame non stagnato per le condotte di acqua potabile;

Udito il parere del Consiglio di Stato;

Sentito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del Ministro per la sanità di concerto con il Ministro per l'industria, il commercio e l'artigianato;

Decreta:

La lettera *d*) del n. 1 dell'art. 125 del regolamento generale sanitario, approvato con regio decreto 3 febbraio 1901, n. 45, modificato con regio decreto 23 giugno 1904, n. 369, è così sostituita:

« *d*) fatti di rame od ottone e non rivestiti internamente di stagnature o saldati con lega di stagno e piombo contenente di questo ultimo più del 10 %; il divieto non concerne i tubi di rame elettrolitico delle condotte per acqua potabile nell'interno delle abitazioni, che sono ammessi sempre che siano osservate le seguenti prescrizioni:

1) il materiale rame elettrolitico può essere impiegato esclusivamente per tubazioni nell'interno delle abitazioni;

2) il materiale rame elettrolitico, per quanto riguarda la composizione chimica, deve avere un titolo di purezza non inferiore al 99,90 % di rame, comprese eventuali minime tracce di argento e non deve contenere fosforo in quantità superiore a gr. 0,04 %;

3) i tubi di rame elettrolitico, che non contengono fosforo o che lo contengono in misura inferiore a gr. 0,015 %, all'esame microscopico eseguito con un ingrandimento di 75 diametri devono dimostrarsi esenti da ossido rameoso;

4) l'acqua erogata deve contenere al massimo 3 milligrammi di rame per litro dopo contatto stagnante per 16 ore con i tubi e solamente per i primi 10 giorni di esercizio. Dopo tale periodo la quantità di rame disciolta non deve superare mg. 1,5 per litro;

5) le ditte produttrici devono apporre sui tubi di rame apposita punzonatura, intervallata ogni 60 centimetri sulla quale siano indicati: il marchio di fabbrica, il nome della ditta produttrice, l'anno di fabbricazione, il titolo di purezza del materiale.

Con decreto del Ministro per la sanità, di concerto con il Ministro per l'industria, il commercio e l'artigianato, verranno emanate istruzioni tecniche concernenti l'impianto dei tubi di rame per la distribuzione domestica dell'acqua potabile. Detto decreto verrà pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana ».

Il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sarà inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti della Repubblica italiana. E' fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato ad Antagnod, addì 3 agosto 1968

SARAGAT

LEONE — ZELIOLI LANZINI — ANDREOTTI

Visto, *il Guardasigilli*: GONELLA
Registrato alla Corte dei conti, addì 22 ottobre 1968
Atti del Governo, registro n. 225, foglio n. 40. — GRICO

SERIE GENERALE

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

Anno 145° — Numero 166

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA — Roma - Sabato, 17 luglio 2004 — SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 06 85081

La **Gazzetta Ufficiale**, *oltre alla* **Serie generale**, *pubblica quattro Serie speciali, ciascuna contraddistinta con autonoma numerazione:*

1ª Serie speciale: *Corte costituzionale* (pubblicata il mercoledì)
2ª Serie speciale: *Comunità europee* (pubblicata il lunedì e il giovedì)
3ª Serie speciale: *Regioni* (pubblicata il sabato)
4ª Serie speciale: *Concorsi ed esami* (pubblicata il martedì e il venerdì)

MINISTERO DELLA SALUTE

DECRETO 6 aprile 2004, n. **174.**

Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.

ALLEGATO I
(Articolo 5 del regolamento)

METALLI E LORO LEGHE CHE POSSONO ESSERE UTILIZZATI PER LA PRODUZIONE DI MANUFATTI DESTINATI A VENIRE A CONTATTO CON ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

Ai sensi del presente allegato le impurezze considerate come tossiche sono quelle definite come tali nell'allegato I parte B del decreto legislativo n. 31/2001.

I materiali metallici a contatto con acque destinate al consumo umano devono essere installati in base a norme di buona pratica costruttiva al fine di evitare accoppiamenti galvanici sfavorevoli.

La durata di validità della presente lista è di cinque anni dalla data di entrata in vigore del presente regolamento.

1. I metalli e le loro leghe utilizzabili sono:

1.5 *Rame e leghe.*

1.5.1 Tubazioni e raccordi in Rame Cu-DHP

Rame $\geq$ 99,90%;

0,015 $\leq$ Fosforo $\leq$ 0,040%.

Contenuto massimo delle impurezze considerate tossiche: As, Ni, Cd, Pb per elemento 0,02%.

Totale massimo delle impurezze considerate tossiche: 0,06%.

ALLEGATO III
(Articolo 5 del regolamento)

MATERIE PLASTICHE, GOMME NATURALI E SINTETICHE CHE POSSONO ESSERE UTILIZZATE NEGLI IMPIANTI FISSI DI CAPTAZIONE, TRATTAMENTO, ADDUZIONE E DISTRIBUZIONE DELLE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

La durata di validità della presente lista è fissata in cinque anni a decorrere dalla data di pubblicazione del presente regolamento.

Le disposizioni del presente allegato concernono:

le materie plastiche autorizzate per l'utilizzazione negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.(allegato III*a*);

le gomme naturali e sintetiche utilizzate per la fabbricazione dei giunti e degli elementi di tenuta posti in contatto con le acque destinate al consumo umano. (allegato III*b*);

L'idoneità degli oggetti destinati a venire in contatto con l'acqua, fabbricati con i suddetti materiali, è subordinata all'effettuazione del controllo della migrazione globale, della migrazione specifica qualora indicato per i costituenti di cui al punto 1 dell'allegato III*a* e al punto 1 dell'allegato III*b*, della migrazione di coadiuvanti e della migrazione di coloranti, con le modalità riportate in allegato III*c*.

È ammesso l'uso dei coloranti di cui agli articoli 12 e 18 del decreto ministeriale 21 marzo 1973 e successivi aggiornamenti, qualora nella suddetta legislazione non se ne vieti espressamente l'uso in contatto con acqua.

Il controllo dell'idoneità degli oggetti deve essere effettuato sull'oggetto finito.

Quando ciò non sia possibile, le determinazioni saranno eseguite su un provino rappresentativo del materiale che viene a contatto con l'acqua e quindi assimilabile a tutti gli effetti all'oggetto stesso, avente la stessa composizione e preparato con le stesse tecniche produttive.

Le prove dovranno essere effettuate su oggetti nuovi o su provini, previo lavaggio secondo le modalità previste in allegato III*c*. Detti oggetti o provini saranno quindi posti in contatto con acqua distillata a 40 °C per 24 ore.

I risultati delle prove di cessione vengono riferiti al volume in acqua degli oggetti pieni ed espressi in mg migranti/kg di acqua; in via subordinata, e solo quando ciò non sia possibile, in mg/dm^2. In tale caso, il risultato verrà trasformato in mg migranti/kg di acqua moltiplicandolo per il fattore di conversione convenzionale 6.

Per quanto riguarda la migrazione globale detti oggetti sono ritenuti idonei quando il residuo ottenuto dalla prova effettuata non sia superiore a 60 mg/kg per i costituenti di cui al punto 1 dell'allegato III*a* e non superiore a 50 mg/kg per i costituenti di cui al punto 1 dell'allegato III*b*.

Per quanto concerne la migrazione specifica, si applicano gli stessi criteri di espressione dei risultati e gli oggetti sono ritenuti idonei quando vengono rispettati i limiti specifici eventualmente indicati per le singole sostanze o gruppi di esse, di cui al punto 1 dell'allegato III*a*, e al punto 1 dell'allegato III*b*.

ALLEGATO III*a*

MATERIE PLASTICHE

1. *Costituenti autorizzati:*

le materie plastiche, comprese le verniciature, i rivestimenti, le membrane possono essere fabbricati esclusivamente a partire dai costituenti di seguito indicati. Inoltre, gli oggetti preparati a partire dai suddetti costituenti non devono cedere sostanze ritenute nocive alla salute, come taluni monomeri, composti a basso peso molecolare, intermedi, catalizzatori, dai costituenti di seguito indicati: solventi agenti emulsionanti. È vietato l'impiego di materiali di scarto o già utilizzati.

1.*A* Monomeri sostanze di partenza, additivi:

possono essere utilizzati tutti i monomeri, le sostanze di partenza, gli additivi e i coloranti previsti dalla legislazione sui materiali ed oggetti in materia plastica destinati ad entrare in contatto con alimenti, di cui al decreto ministeriale 21 marzo 1973 e successivi aggiornamenti, con le condizioni, limitazioni e tolleranze di impiego ivi previste, qualora nella suddetta legislazione non se ne vieti espressamente l'uso in contatto con acqua.

1.*B* Inoltre possono essere utilizzati:

Piombo fosfito bibasico Piombo solfato tribasico Piombo stearato bibasico Piombo stearato neutro	Per PVC rigido e suoi copolimeri a prevalente contenuto in PVC, esente da plastificanti. LMS del Pb per tutte e quattro le sostanze comulativamente: 0,05 ppm come somma secondo il metodo riportato in allegato III, sezione 2 n. 4, decreto ministeriale 21 marzo 1973. Tali limiti sono applicati fino al 25 dicembre 2003.

2. *Limiti di migrazione.*

L'idoneità degli oggetti destinati a venire in contatto con l'acqua è subordinata all'effettuazione del controllo della migrazione globale, della migrazione specifica, qualora indicato per i singoli costituenti di cui al punto 1 del presente allegato, della migrazione di coadiuvanti, e della migrazione di coloranti con le modalità riportate in allegato III*c*.

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 52 del 3 marzo 2001 - Serie generale

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA **Roma - Sabato, 3 marzo 2001** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 06 85081

N. 41/L

DECRETO LEGISLATIVO 2 febbraio 2001, n. **31.**

Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.

SOMMARIO

DECRETO LEGISLATIVO 2 febbraio 2001, n. **31.** — *Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità della acque destinate al consumo umano* ..... *Pag.* 5

Allegato I - Parametri e valore di parametro ..... » 20

Allegato II - Controllo ..... » 27

Allegato III - Specifiche per l'analisi dei parametri ..... » 30

Note ..... » 35

LEGGI ED ALTRI ATTI NORMATIVI

DECRETO LEGISLATIVO 2 febbraio 2001, n. **31.**

Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Visti gli articoli 76 e 87 della Costituzione;

Vista la direttiva 98/83/CE del Consiglio, del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano;

Vista la legge 21 dicembre 1999, n. 526, recante «Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee» (legge comunitaria 1999), e in particolare, gli articoli 1 e 2 e l'allegato *A*;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 236;

Visto il decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, e successive modifiche;

Vista la deliberazione preliminare del Consiglio dei Ministri, adottata nella riunione del 26 gennaio 2001;

Sentita la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano, unificata, per le materie ed i compiti di interesse comune delle regioni, delle province e dei comuni, con la Conferenza Stato-città ed autonomie locali;

Vista la deliberazione del Consiglio dei Ministri, adottata nella riunione del 2 febbraio 2001;

Sulla proposta del Ministro per le politiche comunitarie e del Ministro della sanità, di concerto con i Ministri degli affari esteri, della giustizia, del tesoro, del bilancio e della programmazione economica, dei lavori pubblici, dell'industria, del commercio e dell'artigianato e del commercio con l'estero, delle politiche agricole e forestali, dell'ambiente e per gli affari regionali;

EMANA
il seguente decreto legislativo:

Art. 1.
(Finalità)

1. Il presente decreto disciplina la qualità delle acque destinate al consumo umano al fine di proteggere la salute umana dagli effetti negativi derivanti dalla contaminazione delle acque, garantendone la salubrità e la pulizia.

Art. 2.
(Definizioni)

1. Ai fini del presente decreto, si intende per:

a) "acque destinate al consumo umano":

1) le acque trattate o non trattate, destinate ad uso potabile, per la preparazione di cibi e bevande, o per altri usi domestici, a prescindere dalla loro origine, siano esse fornite tramite una rete di distribuzione, mediante cisterne, in bottiglie o in contenitori;

2) le acque utilizzate in un'impresa alimentare per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione o l'immissione sul mercato di prodotti o di sostanze destinate al consumo umano, escluse quelle, individuate ai sensi dell'articolo 11, comma 1, lettera e), la cui qualità non può avere conseguenze sulla salubrità del prodotto alimentare finale;

b) "impianto di distribuzione domestico": le condutture, i raccordi, le apparecchiature installati tra i rubinetti normalmente utilizzati per l'erogazione dell'acqua destinata al consumo umano e la rete di distribuzione esterna. La delimitazione tra impianto di distribuzione domestico e rete di distribuzione esterna, di seguito denominata punto di consegna, è costituita dal contatore, salva diversa indicazione del contratto di somministrazione;

c) **"gestore": il gestore del servizio idrico integrato, così come definito dall'articolo 2, comma 1, lettera o-bis) del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, e successive modifiche;**

d) **"autorità d'ambito": la forma di cooperazione tra comuni e province ai sensi dell'articolo 9, comma 2, della legge 5 gennaio 1994, n. 36, e, fino alla piena operatività del servizio idrico integrato, l'amministrazione pubblica titolare del servizio".**

Art. 3.
(Esenzioni)

1. La presente normativa non si applica:
   a) alle acque minerali naturali e medicinali riconosciute;
   b) alle acque destinate esclusivamente a quegli usi per i quali la qualità delle stesse non ha ripercussioni, dirette od indirette, sulla salute dei consumatori interessati, individuate con decreto del Ministro della sanità, di concerto i Ministri dell'industria, del commercio e dell'artigianato, dell'ambiente, dei lavori pubblici e delle politiche agricole e forestali.

Art. 4.
(Obblighi generali)

1. Le acque destinate al consumo umano devono essere salubri e pulite.
2. Al fine di cui al comma 1, le acque destinate al consumo umano:
   a) non devono contenere microrganismi e parassiti, né altre sostanze, in quantità o concentrazioni tali da rappresentare un potenziale pericolo per la salute umana;
   b) fatto salvo quanto previsto dagli articoli 13 e 16, devono soddisfare i requisiti minimi di cui alle parti A e B dell'allegato I;
   c) devono essere conformi a quanto previsto nei provvedimenti adottati ai sensi dell'articolo 14, comma 1.
3. L'applicazione delle disposizioni del presente decreto non può avere l'effetto di consentire un deterioramento del livello esistente della qualità delle acque destinate al consumo umano tale da avere ripercussioni sulla tutela della salute umana, né l'aumento dell'inquinamento delle acque destinate alla produzione di acqua potabile.

Art. 5.
(Punti di rispetto della conformità)

1. I valori di parametro fissati nell'allegato I devono essere rispettati nei seguenti punti:
   a) **per le acque fornite attraverso una rete di distribuzione, nel punto in cui queste fuoriescono dai rubinetti utilizzati per il consumo umano;**
   b) per le acque fornite da una cisterna, nel punto in cui fuoriescono dalla cisterna;
   c) per le acque confezionate in bottiglie o contenitori, rese disponibili per il consumo umano, nel punto in cui sono imbottigliate o introdotte nei contenitori;
   d) per le acque utilizzate nelle imprese alimentari, nel punto in cui sono utilizzate nell'impresa.
2. Nell'ipotesi di cui al comma 1, lettera a), il gestore si considera aver adempiuto agli obblighi di cui al presente decreto quando i valori di parametro fissati nell'allegato I sono rispettati nel punto di consegna, indicato all'articolo 2, comma 1, lettera b). Per gli edifici e le strutture in cui l'acqua è fornita al pubblico, il titolare ed il gestore dell'edificio o della struttura devono assicurare che i valori di parametro fissati nell'allegato I, rispettati nel punto di consegna, siano mantenuti nel punto in cui l'acqua fuoriesce dal rubinetto.
3. Qualora sussista il rischio che le acque di cui al comma 1, lettera a), pur essendo nel punto di consegna rispondenti ai valori di parametro fissati nell'allegato I, non siano conformi a tali valori al rubinetto, **le aziende unità sanitarie locali, anche in collaborazione l'autorità d'ambito** e con il gestore, dispongono che:
   a) **siano prese misure appropriate per eliminare il rischio che le acque non rispettino i valori di parametro dopo la fornitura;**
   b) i consumatori interessati siano debitamente informati e consigliati sugli eventuali provvedimenti e sui comportamenti da adottare.

Art. 6.

(Controlli)

1. I controlli interni ed esterni di cui agli articoli 7 e 8 intesi a garantire che le acque destinate al consumo umano soddisfino, nei punti indicati nell'articolo 5, comma 1, i requisiti del presente decreto, devono essere effettuati:
   a) ai punti di prelievo delle acque superficiali e sotterranee da destinare al consumo umano;
   b) agli impianti di adduzione, di accumulo e di potabilizzazione;
   c) alle reti di distribuzione;
   d) agli impianti di confezionamento di acqua in bottiglia o in contenitori;
   e) sulle acque confezionate;
   f) sulle acque utilizzate nelle imprese alimentari;
   g) sulle acque fornite mediante cisterna, **fissa o mobile.**
2. Per le acque destinate al consumo umano fornite mediante cisterna i controlli di cui al comma 1 devono essere estesi anche all'idoneità del mezzo di trasporto.
3. Nei casi in cui la disinfezione rientra nel processo di preparazione o di distribuzione delle acque destinate al consumo umano, i controlli di cui al comma 1 verificano l'efficacia della disinfezione e accertano che la contaminazione da presenza di sottoprodotti di disinfezione sia mantenuta al livello più basso possibile senza compromettere la disinfezione stessa.
4. In sede di controllo debbono essere utilizzate, per le analisi dei parametri dell'allegato I, le specifiche indicate dall'allegato III.
5. I laboratori di analisi di cui agli articoli 7 e 8 devono seguire procedure di controllo analitico della qualità sottoposte periodicamente al controllo del Ministero della sanità, in collaborazione con l'Istituto superiore di sanità. Il controllo è svolto nell'ambito degli ordinari stanziamenti di bilancio.

Art. 7.

(Controlli interni)

1. Sono controlli interni i controlli effettuati dal gestore del servizio idrico integrato per la verifica della qualità dell'acqua destinata al consumo umano.
2. **I punti di prelievo dei controlli interni possono essere concordati con l'azienda unità sanitaria locale.**
3. Per l'effettuazione dei controlli il gestore del servizio idrico integrato si avvale di laboratori di analisi interni, ovvero stipula apposita convenzione con altri gestori di servizi idrici.
4. **I risultati dei controlli devono essere conservati per un periodo di almeno cinque anni per l'eventuale consultazione da parte dell'amministrazione che effettua i controlli esterni.**
5. **I controlli di cui al presente articolo non possono essere effettuati dai laboratori di analisi di cui all'articolo 8, comma 7.**

Art. 8.

(Controlli esterni)

1. I controlli esterni sono quelli svolti dall'azienda unità sanitaria locale territorialmente competente, per verificare che le acque destinate al consumo umano soddisfino i requisiti del presente decreto, sulla base di programmi elaborati secondo i criteri generali dettati dalle regioni in ordine all'ispezione degli impianti, alla fissazione dei punti di prelievo dei campioni da analizzare, anche con riferimento agli impianti di distribuzione domestici, e alle frequenze dei campionamenti, intesi a garantire la significativa rappresentatività della qualità delle acque distribuite durante l'anno, **nel rispetto di quanto stabilito dall'allegato II.**
2. Per quanto concerne i controlli di cui all'articolo 6, comma 1, lettera a) l'azienda unità sanitaria locale tiene conto dei risultati del rilevamento dello stato di qualità dei corpi idrici effettuato nell'ambito dei piani di tutela delle acque di cui all'articolo 43 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, e successive modificazioni, e, in particolare per le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, dei risultati della classificazione e del monitoraggio effettuati secondo le modalità previste nell'allegato 2, sezione A, del citato decreto legislativo n. 152 del 1999.
3. L'azienda unità sanitaria locale assicura una ricerca supplementare, caso per caso, delle sostanze e dei microrganismi per i quali non sono stati fissati valori di parametro a norma dell'allegato I, qualora vi sia motivo di sospettarne la presenza in quantità o concentrazioni tali da rappresentare un potenziale pericolo per la salute umana. La ricerca dei parametri supplementari è effettuata con metodiche predisposte dall'Istituto superiore di sanità.
4. Ove gli impianti di acquedotto ricadano nell'area di competenza territoriale di più aziende unità sanitarie locali la regione può individuare l'azienda alla quale attribuire la competenza in materia di controlli.
5. Per gli acquedotti interregionali l'organo sanitario di controllo è individuato d'intesa fra le regioni interessate.
6. L'azienda unità sanitaria locale comunica i punti di prelievo fissati per il controllo, le frequenze dei campionamenti e gli eventuali aggiornamenti alla competente regione o provincia autonoma ed al Ministero della sanità entro il 31 dicembre 2001 e trasmette gli eventuali aggiornamenti entro trenta giorni dalle variazioni apportate.

7. Per le attività di laboratorio le aziende unità sanitarie locali si avvalgono delle agenzie regionali per la protezione dell'ambiente, ai sensi dell'articolo 7-quinquies del decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 502, e successive modificazioni. I risultati delle analisi eseguite sono trasmessi mensilmente alle competenti regioni o province autonome ed al Ministero della sanità, secondo le modalità stabilite rispettivamente dalle regioni o provincie autonome e dal Ministero della sanità.

Art. 9.

(Garanzia di qualità del trattamento, delle attrezzature e dei materiali)

1. Nessuna sostanza o materiale utilizzati per i nuovi impianti o per l'adeguamento di quelli esistenti, per la preparazione o la distribuzione delle acque destinate al consumo umano, o impurezze associate a tali sostanze o materiali, deve essere presente in acque destinate al consumo umano in concentrazioni superiori a quelle **consentite** per il fine per cui sono impiegati e non debbono ridurre, direttamente o indirettamente, la tutela della salute umana prevista dal presente decreto.
2. Con decreto del Ministro della sanità, da emanare di concerto con i Ministri dell'industria, del commercio e dell'artigianato e dell'ambiente, sono adottate le prescrizioni tecniche necessarie ai fini dell'osservanza di quanto disposto dal comma 1.

Art. 10.

(Provvedimenti e limitazioni dell'uso)

1. Fatto salvo quanto disposto dagli articoli 13, 14 e 16, nel caso in cui le acque destinate al consumo umano non corrispondano ai valori di parametro fissati a norma dell'allegato I, **l'autorità d'ambito, d'intesa con l'azienda unità sanitaria locale interessata e con il gestore**, individuate tempestivamente le cause della non conformità, indica i provvedimenti necessari per ripristinare la qualità, dando priorità alle misure di esecuzione, tenuto conto dell'entità del superamento del valore di parametro pertinente e del potenziale pericolo per la salute umana.
2. Sia che si verifichi, sia che non si verifichi un superamento dei valori di parametro, qualora la fornitura di acque destinate al consumo umano rappresenti un potenziale pericolo per la salute umana, l'azienda unità sanitaria locale informa **l'autorità d'ambito,** affinchè la fornitura sia vietata o sia limitato l'uso delle acque ovvero siano adottati altri idonei provvedimenti a tutela della salute, tenendo conto dei rischi per la salute umana che sarebbero provocati da un'interruzione dell'approvvigionamento o da un uso limitato delle acque destinate al consumo umano.
3. Le autorità competenti informano i consumatori in ordine ai provvedimenti adottati.

Art. 11.

(Competenze statali)

1. Sono di competenza statale le funzioni concernenti:

a) le modifiche degli allegati I, II e III, in relazione all'evoluzione delle conoscenze tecnico-scientifiche o in esecuzione di disposizioni adottate in materia in sede comunitaria;

b) la fissazione di valori per parametri aggiuntivi non riportati nell'allegato I qualora ciò sia necessario per tutelare la salute umana in una parte od in tutto il territorio nazionale; i valori fissati devono, al minimo, soddisfare i requisiti di cui all'articolo 4, comma 2, lettera a);

c) l'adozione di metodi analitici diversi da quelli indicati nell'allegato III, punto 1, previa verifica, da parte dell'Istituto superiore di sanità, che i risultati ottenuti siano affidabili almeno quanto quelli ottenuti con i metodi specificati; di tale riconoscimento deve esserne data completa informazione alla Commissione europea;

d) l'adozione, previa predisposizione da parte dell'Istituto superiore di sanità, dei metodi analitici di riferimento da utilizzare per i parametri elencati nell'allegato III, punti 2 e 3, nel rispetto dei requisiti di cui allo stesso allegato;

e) l'individuazione di acque utilizzate in imprese alimentari la cui qualità non può avere conseguenze sulla salubrità del prodotto alimentare finale;

f) l'adozione di norme tecniche per la potabilizzazione e la disinfezione delle acque;

g) l'adozione di norme tecniche per la installazione degli impianti di acquedotto, nonché per lo scavo, la perforazione, la trivellazione, la manutenzione, la chiusura e la riapertura dei pozzi;

h) l'adozione di prescrizioni tecniche concernenti il settore delle acque destinate al consumo umano confezionate in bottiglie o in contenitori;

i) adozione di prescrizioni tecniche concernenti l'impiego delle apparecchiature tendenti a migliorare le caratteristiche dell'acqua potabile distribuita sia in ambito domestico che nei pubblici esercizi;

l) l'adozione di prescrizioni tecniche concernenti il trasporto di acqua destinata al consumo umano.

2. Le funzioni di cui al comma 1, lettere a), b), c), d), e), f), h), i) l), sono esercitate dal Ministero della sanità, di concerto con il Ministero dell'ambiente, per quanto concerne le competenze di cui alle lettere a) e b); sentiti i Ministeri dell'ambiente e dei lavori pubblici, per quanto concerne la competenza di cui alla lettera f); di concerto con il Ministero dei trasporti e della navigazione per quanto concerne la competenza di cui alla lettera l). Le funzioni di cui al comma 1, lettera g), sono esercitate dal Ministero dei lavori pubblici, di concerto con i Ministeri della sanità e dell'ambiente, sentiti i Ministeri dell'industria, del commercio e dell'artigianato e delle politiche agricole e forestali.

3. Gli oneri economici connessi all'eventuale attività di sostituzione esercitata, ai sensi dell'articolo 5 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, in relazione alle funzioni e ai compiti spettanti a norma del presente decreto alle regioni e agli enti locali, sono posti a carico dell'ente inadempiente.

Art. 12.

(Competenze delle regioni o province autonome)

1. Alle regioni e alle province autonome compete quanto segue:
   a) previsione di misure atte a rendere possibile un approvvigionamento idrico di emergenza per fornire acqua potabile rispondente ai requisiti previsti dall'allegato I, per la quantità ed il periodo minimi necessari a far fronte a contingenti esigenze locali;
   b) esercizio dei poteri sostitutivi in casi di inerzia **delle autorità locali competenti** nell'adozione dei provvedimenti necessari alla tutela della salute umana nel settore dell'approvvigionamento idrico-potabile;
   c) concessione delle deroghe ai valori di parametro fissati all'allegato I parte B o fissati ai sensi dell'articolo 11, comma 1, lettera b), e gli ulteriori adempimenti di cui all'articolo 13;
   d) adempimenti relativi all'inosservanza dei valori di parametro o delle specifiche contenute nell'allegato I, parte C, di cui all'articolo 14;
   e) adempimenti relativi ai casi eccezionali per i quali è necessaria particolare richiesta di proroga di cui all'articolo 16;
   f) adozione di piani di intervento per il miglioramento della qualità delle acque destinate al consumo umano;
   g) definizione delle competenze delle aziende unità sanitarie locali.

Art. 13.

(Deroghe)

1. La regione o provincia autonoma può stabilire deroghe ai valori di parametro fissati nell'allegato I, parte B, o fissati ai sensi dell'articolo 11, comma 1, lettera b), entro i valori massimi ammissibili stabiliti dal Ministero della sanità con decreto da adottare di concerto con il Ministero dell'ambiente, purchè nessuna deroga presenti potenziale pericolo per la salute umana e semprechè l'approvvigionamento di acque destinate al consumo umano conformi ai valori di parametro non possa essere assicurato con nessun altro mezzo congruo.
2. Il valore massimo ammissibile di cui al comma 1 è fissato su motivata richiesta della regione o provincia autonoma, corredata dalle seguenti informazioni:
   a) motivi della richiesta di deroga con indicazione della causa del degrado della risorsa idrica;
   b) i parametri interessati, i risultati dei controlli effettuati negli ultimi tre anni, il valore massimo ammissibile proposto e la durata necessaria di deroga;
   c) l'area geografica, la quantità di acqua fornita ogni giorno, la popolazione interessata e gli eventuali effetti sulle industrie alimentari interessate;
   d) un opportuno programma di controllo che preveda, se necessario, una maggiore frequenza dei controlli rispetto a quelli minimi previsti;
   e) il piano relativo alla necessaria azione correttiva, compreso un calendario dei lavori., una stima dei costi, la relativa copertura finanziaria e le disposizioni per il riesame.
3. Le deroghe devono avere la durata più breve possibile, comunque non superiore ad un periodo di tre anni. Sei mesi prima della scadenza di tale periodo, la regione o la provincia autonoma trasmette al Ministero della sanità una circostanziata relazione sui risultati conseguiti, ai sensi di quanto disposto al comma 2, nel periodo di deroga, in ordine alla qualità delle acque, comunicando e documentando altresì l'eventuale necessità di un ulteriore periodo di deroga.
4. Il Ministero della sanità con decreto da adottare di concerto con il Ministero dell'ambiente, valutata la documentazione pervenuta, stabilisce un valore massimo ammissibile per l'ulteriore periodo di deroga che potrà essere concesso dalla regione. Tale periodo non dovrà, comunque, avere durata superiore ai tre anni.

5. Sei mesi prima della scadenza dell'ulteriore periodo di deroga, la regione o provincia autonoma trasmette al Ministero della sanità un'aggiornata e circostanziata relazione sui risultati conseguiti. Qualora, per circostanze eccezionali, non sia stato possibile dare completa attuazione ai provvedimenti necessari per ripristinare la qualità dell'acqua, la ragione o la provincia autonoma documenta adeguatamente la necessità di un'ulteriore periodo di deroga.
6. Il Ministero della sanità con decreto di concerto con il Ministero dell'ambiente, valutata la documentazione pervenuta, previa acquisizione del parere favorevole della Commissione europea, stabilisce un valore massimo ammissibile per l'ulteriore periodo di deroga che non deve essere superiore a tre anni.
7. Tutti i provvedimenti di deroga devono riportare quanto segue:
   a) i motivi della deroga;
   b) i parametri interessati, i risultati del precedente controllo pertinente ed il valore massimo ammissibile per la deroga per ogni parametro;
   c) l'area geografica, la quantità di acqua fornita ogni giorno, la popolazione interessata e gli eventuali effetti sulle industrie alimentari interessate;
   d) un opportuno programma di controllo che preveda, se necessario, una maggiore frequenza dei controlli;
   e) una sintesi del piano relativo alla necessaria azione correttiva, compreso un calendario dei lavori, una stima dei costi, la relativa copertura finanziaria e le disposizioni per il riesame;
   f) la durata della deroga.
8. I provvedimenti di deroga debbono essere trasmessi al Ministero della sanità ed al Ministero dell'ambiente entro e non oltre quindici giorni dalla loro adozione.
9. In deroga a quanto disposto dai commi da 1 a 8, se la regione o la provincia autonoma ritiene che l'inosservanza del valore di parametro sia trascurabile e se l'azione correttiva intrapresa a norma dell'articolo 10, comma 1,è sufficiente a risolvere il problema entro un periodo massimo di trenta giorni, fissa il valore massimo ammissibile per il parametro interessato e stabilisce il periodo necessario per ripristinare la conformità ai valori di parametro. La regione o la provincia autonoma trasmette al Ministero della sanità, entro il mese di gennaio di ciascun anno, gli eventuali provvedimenti adottati ai sensi del presente comma.
10. Il ricorso alla procedura di cui al comma 9 non è consentito se l'inosservanza di uno stesso valore di parametro per un determinato approvvigionamento d'acqua si è verificata per oltre trenta giorni complessivi nel corso dei dodici mesi precedenti.

11. La regione o provincia autonoma che si avvale delle deroghe di cui al presente articolo provvede affinchè la popolazione interessata sia tempestivamente e adeguatamente informata delle deroghe applicate e delle condizioni che le disciplinano. Ove occorra, la regione o provincia autonoma provvede inoltre a fornire raccomandazioni a gruppi specifici di popolazione per i quali la deroga possa costituire un rischio particolare. Le informazioni e raccomandazioni fornite alla popolazione fanno parte integrante del provvedimento di deroga. Gli obblighi di cui al presente comma sono osservati anche nei casi di cui al comma 9, qualora la regione o la provincia autonoma lo ritenga opportuno.
12. La regione o la provincia autonoma tiene conto delle deroghe adottate a norma del presente articolo ai fini della redazione dei piani di tutela delle acque di cui agli articoli 42 e seguenti del decreto legislativo n. 152 del 1999 e successive modifiche.
13. Il Ministero della sanità, entro due mesi dalla loro adozione, comunica alla Commissione europea i provvedimenti di deroga adottati ai sensi del presente articolo e, nei casi di cui ai commi 3 e 4, i risultati conseguiti nei periodi di deroga.
14. Il presente articolo non si applica alle acque confezionate in bottiglie o contenitori, rese disponibili per il consumo umano.

Art. 14.

(Conformità ai parametri indicatori)

1. In caso di non conformità ai valori di parametro o alle specifiche di cui alla parte C dell'allegato I, **l'autorità d'ambito, sentito il parere dell'azienda unità sanitaria locale in merito al possibile rischio per la salute umana derivante dalla non conformità ai valori di parametro o alle specifiche predetti,** dispone che vengano presi provvedimenti intesi a ripristinare la qualità delle acque ove ciò sia necessario per tutelare la salute umana.
2. Entro il 31 gennaio di ciascun anno, la regione o la provincia autonoma comunica al Ministero della sanità e dell'ambiente le seguenti informazioni relative ai casi di non conformità riscontrati nell'anno precedente:
   a) il parametro interessato ed il relativo valore, i risultati dei controlli effettuati nel corso degli ultimi dodici mesi, la durata delle situazioni di non conformità;
   b) l'area geografica, la quantità di acqua fornita ogni giorno, la popolazione coinvolta e gli eventuali effetti sulle industrie alimentari interessate;
   c) una sintesi dell'eventuale piano relativo all'azione correttiva ritenuta necessaria, compreso un calendario dei lavori, una stima dei costi e la relativa copertura finanziaria nonché disposizioni in materia di riesame.
3. Nel caso di utenze inferiori a 500 abitanti, l'obbligo di cui al comma 2 è assolto mediante la trasmissione di una relazione contenente i parametri interessati con i relativi valori e la popolazione coinvolta.
4. Il presente articolo non si applica alle acque confezionate in bottiglie o contenitori, rese disponibili per il consumo umano.

Art. 15.

(Termini per la messa in conformità)

1. La qualità delle acque destinate al consumo umano deve essere resa conforme ai valori di parametro dell'allegato I entro il 25 dicembre 2003, fatto salvo quanto disposto dalle note 2, 4 e 10 dell'allegato I, parte B.

Art. 16.

(Casi eccezionali)

1. In casi eccezionali e per aree geograficamente delimitate, qualora non sia possibile un approvvigionamento di acque destinate al consumo umano, conformi ai valori di parametro di cui all'allegato I, con nessun mezzo congruo, il Ministero della sanità, su istanza della regione, o provincia autonoma, può chiedere alla Commissione europea la proroga del termine di cui all'articolo 15 per un periodo non superiore a tre anni.
2. L'istanza di cui al comma 1 deve essere trasmessa al Ministero della sanità entro il 31 marzo 2002 e deve essere debitamente motivata, deve indicare le difficoltà incontrate e deve essere corredata almeno delle informazioni di cui all'articolo 13, comma 2.
3. Sei mesi prima della scadenza del periodo di proroga concesso ai sensi del comma 1, la regione, o provincia autonoma, interessata trasmette al Ministero della sanità un'aggiornata e circostanziata relazione sui progressi compiuti, comunicando e documentando altresì l'eventuale necessità di un ulteriore periodo di proroga in relazione alle difficoltà incontrate. Il Ministero della sanità può chiedere alla Commissione europea la concessione di una ulteriore proroga per un periodo non superiore a tre anni.
4. La regione, o provincia autonoma, provvede affinché la popolazione interessata dall'istanza sia tempestivamente ed adeguatamente informata del suo esito. La regione, o provincia autonoma, assicura, ove necessario, che siano forniti consigli a gruppi specifici di popolazione per i quali potrebbe sussistere un rischio particolare. La regione, o provincia autonoma, informa tempestivamente il Ministero della sanità delle iniziative adottate ai sensi del presente comma.
5. Il presente articolo non si applica alle acque confezionate in bottiglie o contenitori rese disponibili per il consumo umano.

Art. 17.

(Informazioni e relazioni)

1. Il Ministero della sanità provvede all'elaborazione ed alla pubblicazione di una relazione triennale sulla qualità delle acque destinate al consumo umano al fine di informare i consumatori.
2. La relazione di cui al comma 1 contiene le informazioni relative alle forniture di acqua superiori a 1000 m^3 al giorno in media o destinate all'approvvigionamento di 5000 o più persone. La relazione, in particolare, deve rendere conto delle misure di cui agli articoli 3, comma 1, lettera b), 4; 8; 10; 11; 13, commi 9 e 11; 14; 16 e all'allegato I, parte C, nota 10.
3. La relazione di cui al comma 1 viene pubblicata entro l'anno successivo al triennio cui si riferisce e viene trasmessa alla Commissione europea entro due mesi dalla pubblicazione. La prima relazione dovrà riferirsi agli anni 2002, 2003 e 2004.
4. Il Ministero della sanità provvede alla redazione di una relazione da trasmettere alla Commissione europea sulle misure adottate e sui provvedimenti da prendere ai sensi dell'articolo 5, comma 4, ed in relazione al valore parametrico dei trialometani di cui all'allegato I, parte B, nota 10.
5. Le informazioni elaborate dal Ministero della sanità ai sensi del presente decreto sono rese accessibili ai Ministeri interessati.

Art. 18.

(Competenze delle regioni speciali e province autonome)

1. Sono fatte salve le competenze delle regioni a statuto speciale e delle province autonome di Trento e Bolzano.

Art. 19.

(Sanzioni)

1. Chiunque fornisce acqua destinata al consumo umano, in violazione delle disposizioni di cui all'articolo 4, comma 2, è punito con la sanzione amministrativa pecuniaria da lire venti milioni a lire centoventi milioni.
2. La violazione delle disposizioni di cui all'articolo 5, comma 2, secondo periodo, è punita con la sanzione amministrativa pecuniaria da lire dieci milioni a lire sessanta milioni.

3. Si applica la stessa sanzione prevista al comma 2 a chiunque utilizza, in imprese alimentari, mediante incorporazione o contatto per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione, l'immissione sul mercato di prodotti o sostanze destinate al consumo umano, acqua che, pur conforme al punto di consegna alle disposizioni di cui all'articolo 4, comma 2, non lo sia al punto in cui essa fuoriesce dal rubinetto, se l'acqua utilizzata ha conseguenze per la salubrità del prodotto alimentare finale.
4. L'inosservanza delle prescrizioni imposte, ai sensi degli articoli 5, comma 3, o 10, commi 1 e 2, con i provvedimenti adottati dalle competenti autorità è punita:
   a) con la sanzione amministrativa pecuniaria da lire cinquecentomila a lire tre milioni se i provvedimenti riguardano edifici o strutture in cui l'acqua non è fornita al pubblico;
   b) con la sanzione amministrativa pecuniaria da lire dieci milioni a lire sessanta milioni se i provvedimenti riguardano edifici o strutture in cui l'acqua è fornita al pubblico;
   c) con la sanzione amministrativa pecuniaria da lire venti milioni a lire centoventi milioni se i provvedimenti riguardano la fornitura di acqua destinata al consumo umano.
5. La violazione delle disposizioni di cui all'articolo 9 è punita con la sanzione amministrativa pecuniaria da lire venti milioni a lire centoventi milioni.

Art. 20

(Norme transitorie e finali)

1. Le disposizioni di cui al decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 236, cessano di avere efficacia al momento della effettiva vigenza delle disposizioni del presente decreto legislativo, conformemente a quanto previsto dall'articolo 15, fatte salve le proroghe concesse dalla Commissione europea ai sensi dell'articolo 16.
2. Le norme regolamentari e tecniche adottate ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica n. 236 del 1988 restano in vigore, ove compatibili con le disposizioni del presente decreto, fino all'adozione di specifiche normative in materia.
3. Dall'attuazione del presente decreto non derivano nuovi o maggiori oneri a carico del bilancio dello Stato.

Il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sarà inserito nella Raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 2 febbraio 2001

CIAMPI

AMATO, *Presidente del Consiglio dei Ministri*

MATTIOLI, *Ministro per le politiche comunitarie*

VERONESI, *Ministro della sanità*

DINI, *Ministro degli affari esteri*

FASSINO, *Ministro della giustizia*

VISCO, *Ministro del tesoro, del bilancio e della programmazione economica*

NESI, *Ministro dei lavori pubblici*

LETTA, *Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e del commercio con l'estero*

PECORARO SCANIO, *Ministro delle politiche agricole e forestali*

BORDON, *Ministro dell'ambiente*

LOIERO, *Ministro per gli affari regionali*

Visto, *il Guardasigilli:* FASSINO

ALLEGATO I

PARAMETRI E VALORI DI PARAMETRO *

PARTE A

Parametri microbiologici

Parametro	Valore di parametro (numero/100ml)
Escherichia coli (E. coli)	0
Enterococchi	0

Per le acque messe in vendita in bottiglie o contenitori sono applicati i seguenti valori:

Parametro	Valore di parametro
Escherichia coli (E.coli)	0/250 ml
Enterococchi	0/250 ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml
Conteggio delle colonie a 22°C	100/ml
Conteggio delle colonie a 37°C	20/ml

PARTE B

Parametri chimici

Parametro	Valore di parametro	Unità di misura	Note
Acrilammide	0,10	µg/l	Nota 1
Antimonio	5,0	µg/l	
Arsenico	10	µg/l	
Benzene	1,0	µg/l	
Benzo(a)pirene	0,010	µg/l	
Boro	1,0	mg/l	
Bromato	10	µg/l	Nota 2
Cadmio	5,0	µg/l	
Cromo	50	µg/l	
Rame	1,0	mg/l	Nota 3
Cianuro	50	µg/l	
1,2 dicloroetano	3,0	µg/l	
Epicloridrina	0,10	µg/l	Nota 1
Fluoruro	1,50	mg/l	
Piombo	10	µg/l	Note 3 e 4
Mercurio	1,0	µg/l	
Nichel	20	µg/l	Nota 3
Nitrato (come NO_3^-)	50	mg/l	Nota 5
Nitrito (come NO_2^-)	0,50	mg/l	Nota 5
Antiparassitari	0,10	µg/l	Note 6 e 7
Antiparassitari-Totale	0,50	µg/l	Note 6 e 8
Idrocarburi policiclici aromatici	0,10	µg/l	Somma delle concentrazioni di composti specifici; Nota 9
Selenio	10	µg/l	
Tetracloroetilene Tricloroetilene	10	µg/l	Somma delle concentrazioni dei parametri specifici
Trialometani-Totale	30	µg/l	Somma delle concentrazioni di composti specifici; Nota 10
Cloruro di vinile	0,5	µg/l	Nota 1
Clorito	**200**	**µg/l**	**Nota 11**
Vanadio	50	µg/l	

Indipendentemente dalla sensibilità del metodo analitico utilizzato, il risultato deve essere espresso indicando lo stesso numero di decimali riportato in tabella per il valore di parametro.

Nota 1	Il valore di parametro si riferisce alla concentrazione monomerica residua nell'acqua calcolata secondo le specifiche di rilascio massimo del polimero corrispondente a contatto con l'acqua.
Nota 2	Ove possibile, ci si deve adoperare per applicare valori inferiori senza compromettere la disinfezione. Per le acque di cui all'articolo 5 comma 1, lettere a), b) e d), il valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2008. . Il valore di parametro per il bromato nel periodo compreso tra il 25 dicembre 2003 ed il 25 dicembre 2008 è pari a 25 µg/l.
Nota 3	Il valore si riferisce ad un campione di acqua destinata al consumo umano ottenuto dal rubinetto tramite un metodo di campionamento adeguato e prelevato in modo da essere rappresentativo del valore medio dell'acqua ingerita settimanalmente dai consumatori. Le procedure di prelievo dei campioni e di controllo vanno applicate se del caso, secondo metodi standardizzati da stabilire ai sensi dell'articolo 11 comma 1 lettera b). L'Autorità sanitaria locale deve tener conto della presenza di livelli di picco che possono nuocere alla salute umana.
Nota 4	Per le acque di cui all'articolo 5, comma 1, lettere a), b) e d), questo valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2013. Il valore di parametro del piombo nel periodo compreso tra il 25 dicembre 2003 ed il 25 dicembre 2013 è pari a 25µg/l. Le regioni, le Aziende sanitarie locali ed i gestori d'acquedotto, ciascuno per quanto di competenza, devono provvedere affinché venga ridotta al massimo la concentrazione di piombo nelle acque destinate al consumo umano durante il periodo previsto per conformarsi al valore di parametro; nell'attuazione delle misure intese a garantire il raggiungimento del valore in questione deve darsi gradualmente priorità ai punti in cui la concentrazione di piombo nelle acque destinate al consumo umano è più elevata.
Nota 5	Deve essere soddisfatta la condizione: [(nitrato)/50+(nitrito)] /3≤1, ove le parentesi quadre esprimono la concentrazione in mg/l per il nitrato (NO_3) e per il nitrito (NO_2), e il valore di 0,10 mg/l per i nitriti sia rispettato nelle acque provenienti da impianti di trattamento.
Nota 6	Per antiparassitari s'intende: - insetticidi organici - erbicidi organici - fungicidi organici - nematocidi organici - acaricidi organici - alghicidi organici - rodenticidi organici - **sostanze antimuffa organiche** - prodotti connessi (tra l'altro regolatori della crescita) e i pertinenti metaboliti, prodotti di degradazione e di reazione. Il controllo è necessario solo per gli antiparassitari che hanno maggiore probabilità di trovarsi in un determinato approvvigionamento d'acqua.
Nota 7	Il valore di parametro si riferisce ad ogni singolo antiparassitario. Nel caso di aldrina, dieldrina, eptacloro ed eptacloro epossido, il valore parametrico è pari a 0,030 µg/l.

Nota 8	**"Antiparassitari - Totale" indica la somma dei singoli antiparassitari rilevati e quantificati nella procedura di controllo.**
Nota 9	**I composti specifici sono i seguenti:** **- benzo(b)fluorantene** **- benzo(k)fluorantene** **- benzo(ghi)perilene** **- indeno(1,2,3-cd)pirene**
Nota 10	**I responsabili della disinfezione devono adoperarsi affinchè il valore parametrico sia più basso possibile senza compromettere la disinfezione stessa.** **I composti specifici sono: cloroformio, bromoformio, dibromoclorometano, bromodiclorometano.**
Nota 11	**Per le acque di cui all'articolo 5, comma 1, lettere a), b) e d), questo valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2006. Il valore di parametro clorito, nel periodo compreso tra il 25 dicembre 2003 e il 25 dicembre 2006, è pari a 800 µg/l.**

(AVVERTENZA)

Fermo restando quanto disposto dall'articolo 8, comma 3, a giudizio dell'autorità sanitaria competente, potrà essere effettuata la ricerca concernente i seguenti parametri accessori:

1) alghe;
2) batteriofagi anti E.coli;
3) elminti
4) enterobatteri patogeni;
5) enterovirus;
6) funghi;
7) protozoi;
8) Pseudomonas aeruginosa;
9) Stafilococchi patogeni.

Tali parametri vanno ricercati con le metodiche di cui all'articolo 8, comma 3. Devono comunque essere costantemente assenti nelle acque destinate al consumo umano gli enterovirus, i batteriofagi anti E.coli, gli enterobatteri patogeni e gli stafilococchi patogeni.

ALLEGATO II

CONTROLLO

TABELLA A

Parametri da analizzare

1. *Controllo di routine*

Il controllo di routine mira a fornire ad intervalli regolari informazioni sulla qualità organolettica e microbiologica delle acque fornite per il consumo umano nonchè informazioni sull'efficacia degli eventuali trattamenti dell'acqua potabile (in particolare di disinfezione), per accertare se le acque destinate al consumo umano rispondano o no ai pertinenti valori di parametro fissati dal presente decreto.
Vanno sottoposti a controllo di routine **almeno** i seguenti parametri:

- Alluminio (Nota 1)
- Ammonio
- Colore
- Conduttività
- Clostridium perfringens (spore comprese) (Nota 2)
- Escherichia coli (E. coli)
- Concentrazione ioni idrogeno
- Ferro (Nota 1)
- Nitriti (Nota 3)
- Odore
- Pseudomonas aeruginosa (Nota 4)
- Sapore
- Conteggio delle colonie a 22°C e 37°C (Nota 4)
- Batteri coliformi a 37°C
- Torbidità
- Disinfettante residuo (se impiegato)

Nota 1	Necessario solo se usato come flocculante o presente, in concentrazione significativa, nelle acque utilizzate. (°).
Nota 2	Necessario solo se le acque provengono o sono influenzate da acque superficiali (°).
Nota 3	Necessario solo se si utilizza la cloramina nel processo di disinfezione (°).
Nota 4	Necessario solo per le acque vendute in bottiglie o in contenitori.

° In tutti gli altri casi i parametri sono contenuti nell'elenco relativo al controllo di verifica.

2. *Controllo di verifica*

Il controllo di verifica mira a fornire le informazioni necessarie per accertare se tutti i valori di parametro contenuti nel decreto sono rispettati. Tutti i parametri fissati sono soggetti a controllo di verifica, a meno che l' Azienda unità sanitaria locale competente al controllo non stabilisca che, per un periodo determinato, è improbabile che un parametro si ritrovi in un dato approvvigionamento d'acqua in concentrazioni tali da far prevedere il rischio di un mancato rispetto del relativo valore di parametro.
Il presente punto non si applica ai parametri per la radioattività.

TABELLA B 1

Frequenza minima di campionamento e analisi per le acque destinate al consumo umano fornite da una rete di distribuzione, da cisterne, o utilizzate nelle imprese alimentari.

I campioni debbono essere prelevati nei punti **individuati ai sensi dell'articolo 6**, al fine di garantire che le acque destinate al consumo umano soddisfino i requisiti del presente decreto. Tuttavia, nel caso di una rete di distribuzione, i campioni possono essere prelevati **anche alle fonti** di approvvigionamento o presso gli impianti di trattamento per particolari parametri se si può dimostrare che il valore ottenuto per i parametri in questione non sarebbe modificato negativamente.

Volume d'acqua distribuito o prodotto ogni giorno in una zona di approvvigionamento (Note 1 e 2) m^3	**Controllo di routine – Numero di campioni all'anno (Note 3, 4 e 5)**	**Controllo di verifica – Numero di campioni all'anno (Note 3 e 5)**
≤ 100	(Nota 6)	(Nota 6)
> 100 ≤ 1000	4	1
>1000 ≤10000	4	1 + 1 ogni 3300 m^3/g del volume totale e frazione di 3300
>10000 ≤100000	+ 3 ogni 1000 m^3/g del volume totale e frazione di 1000	3 + ogni 10000 m^3/g del volume totale e frazione di 1000
>100000		10 + 1 ogni 25000 m^3/g del volume totale e frazione di 10000

Nota 1	Una zona di approvvigionamento è una zona geograficamente definita all'interno della quale le acque destinate al consumo umano provengono da una o varie fonti e la loro qualità può essere considerata sostanzialmente uniforme.
Nota 2	I volumi calcolati rappresentano una media su un anno. Per determinare la frequenza minima in una zona di approvvigionamento invece che sul volume d'acqua si può fare riferimento alla popolazione servita calcolando un consumo di 200 l pro capite al giorno.
Nota 3	Nel caso di approvvigionamento intermittente di breve durata, la frequenza del controllo delle acque distribuite con cisterna deve essere stabilita dall'Azienda unità sanitaria locale.
Nota 4	Per i differenti parametri di cui all'allegato I l'Azienda unità sanitaria locale può ridurre il numero dei campioni indicato nella tabella se: a) i valori dei risultati dei campioni prelevati in un periodo di almeno due anni consecutivi sono costanti e significativamente migliori dei limiti previsti dall'allegato I e b) non esiste alcun fattore capace di diminuire la qualità dell'acqua. La frequenza minima non deve essere inferiore al 50% del numero di campioni indicato nella tabella, salvo il caso specifico di cui alla nota 6.
Nota 5	Nella misura del possibile, il numero di campioni deve essere equamente distribuito in termini di tempo e luogo.
Nota 6	La frequenza deve essere stabilita dall'Azienda unità sanitaria locale.

TABELLA B 2

Frequenza minima di campionamento e analisi per le acque confezionate in bottiglie o contenitori e messe a disposizione per il consumo umano.

Volume d'acqua prodotto ogni giorno (*) messo in vendita in bottiglie o contenitori m^3	**Controllo di routine - Numero di campioni all'anno**	**Controllo di verifica - Numero di campioni all'anno**
≤ 10	1	1
> 10 ≤ 60	12	1
> 60	1 ogni 5 m^3 del volume totale e frazione di 5	1 ogni 100 m^3 del volume totale e frazione di 100

(*) I volumi calcolati rappresentano una media su un anno civile.

ALLEGATO III

SPECIFICHE PER L'ANALISI DEI PARAMETRI

1. PARAMETRI PER I QUALI SONO SPECIFICATI METODI DI ANALISI

I seguenti metodi di analisi relativi ai parametri biologici sono forniti per riferimento, ogni qualvolta è disponibile un metodo CEN/ISO, o per orientamento, in attesa dell'eventuale futura adozione, conformemente alla procedura di cui all'articolo 12 della direttiva 98/83/CE, di ulteriori definizioni internazionali CEN/ISO dei metodi per tali parametri.

Batteri coliformi ed Escherichia coli (E. coli) (ISO 9308-1)

Enterococchi (ISO 7899-2)

Pseudomonas aeruginosa (prEN ISO 12780)

Enumerazione dei microrganismi coltivabili – conteggio delle colonie a 22° C (prEN ISO 6222)

Enumerazione dei microrganismi coltivabili – conteggio delle colonie a 37° C (prEN ISO 6222)

Clostridium perfrigens (spore comprese)

Filtrazione su membrana seguita da incubazione della membrana su agar m-CP (Nota 1) a 44 ± 1° C per 21± 3 ore in condizioni anaerobiche. Conteggio delle colonie gialle opache che diventano rosa o rosse dopo un esposizione di 20 – 30 secondi a vapori di idrossido di ammonio.

Nota 1 Il terreno di coltura m-CP agar è così composto:

Terreno di base

Triptosio	30 g
Estratto di lievito	20 g
Saccarosio	5 g
Cloridrato di L-cisteina	1 g
$MgSO_4$ 7 H_20	0,1 g
Bromocresolo porpora	40 mg
Agar	15 g
Acqua	1000 ml

Dissolvere gli ingredienti ed adeguare il pH a 7,6. Sterilizzare in autoclave a 121 °C per 15 minuti. Lasciare raffreddare e aggiungere:

D-cicloserina	400 mg
B-solfato di polimixina	25mg
Beta-D-glucoside di indossile da dissolvere in 8 ml di acqua sterile prima dell'addizione	60 mg
Soluzione di difosfato di fenolftaleina (allo 0,5%) filtrata – sterilizzata	20 ml
$FeCl_3$ 6 H_2O (al 4,5%) filtrata - sterilizzata	2 ml

2. PARAMETRI PER I QUALI VENGONO SPECIFICATE LE CARATTERISTICHE DI PRESTAZIONE

2.1 Per i parametri indicati di seguito, per caratteristiche di prestazione specificate si intende che il metodo di analisi utilizzato deve essere in grado, al minimo, di misurare concentrazioni uguali al valore di parametro con un'esattezza, una precisione ed un limite di rilevamento specificati. Detti metodi, se dissimili da quelli di riferimento di cui all'articolo 11, comma 1, lettera d), devono essere trasmessi preventivamente all'Istituto superiore di sanità che si riserva di verificarli secondo quanto indicato nel decreto di approvazione dei metodi di riferimento. Indipendentemente dalla sensibilità del metodo di analisi utilizzato, il risultato deve essere espresso indicando lo stesso numero di decimali usato per il valore di parametro di cui all'Allegato I, parti B e C.

Parametri	**Esattezza in % del valore di parametro (Nota 1)**	**Precisione in % del valore di parametro (Nota 2)**	**Limite di rilevazione in % del valore di parametro (Nota 3)**	**Condizioni**	**Note**
Acrilammide				Controllare secondo le specifiche del prodotto	
Alluminio	10	10	10		
Ammonio	10	10	10		
Antimonio	25	25	25		
Arsenico	10	10	10		
Benzopirene	25	25	25		
Benzene	25	25	25		
Boro	10	10	10		
Bromato	25	25	25		
Cadmio	10	10	10		
Cloruro	10	10	10		
Cromo	10	10	10		
Conduttività	10	10	10		
Rame	10	10	10		
Cianuro	10	10	10		Nota 4
1,2 dicloroetano	25	25	10		
Epicloridrina				Controllare secondo le specifiche del prodotto	
Floruro	10	10	10		
Ferro	10	10	10		
Piombo	10	10	10		

Manganese	10	10	10		
Mercurio	20	10	20		
Nichel	10	10	10		
Nitrati	10	10	10		
Nitriti	10	10	10		
Ossidabilità	25	25	10		Nota 5
Antiparassitari	25	25	25		Nota 6
Idrocarburi policiclici aromatici	25	25	25		Nota 7
Selenio	10	10	10		
Sodio	10	10	10		
Solfato	10	10	10		
Tetracloroetile ne	25	25	10		Nota 8
Tricloroetilene	25	25	10		Nota 8
Trialometani totali	25	25	10		Nota 7
Cloruro di vinile				Controllare secondo le specifiche del prodotto	

2.2 Per la concentrazione di ioni idrogeno, le caratteristiche di prestazione specificate richiedono che il metodo di analisi impiegato deve consentire di misurare concentrazioni pari al valore di parametro con un'accuratezza di 0,2 unità pH ed una precisione di 0,2 unità pH.

Nota 1 (*):	L'esattezza è la differenza fra il valore medio di un grande numero di misurazioni ripetute ed il valore vero; la sua misura è generalmente indicata come errore sistematico.
Nota 2 (*)	La precisione misura la dispersione dei risultati intorno alla media; essa è generalmente espressa come la deviazione standard all'interno di un gruppo

	omogeneo di campioni e dipende solo da errori casuali.
(*) Tali termini sono definiti nella norma ISO 5725.	
Nota 3	**Il limite di rilevamento è pari a:** **- tre volte la deviazione standard relativa, tra lotti di un campione naturale** **oppure** **- cinque volte la deviazione standard relativa, tra lotti di un bianco.**
Nota 4:	**Il metodo deve determinare il tenore complessivo di cianuro in tutte le sue forme (cianuro totale).**
Nota 5.	**L'ossidazione deve essere effettuata per 10 minuti a una temperatura di 100° C in ambiente acido con l'uso di permanganato.**
Nota 6.	**Le caratteristiche di prestazione si applicano ad ogni singolo antiparassitario e dipendono dall'antiparassitario considerato. Attualmente il limite di rilevamento può non essere raggiungibile per tutti gli antiparassitari, ma ci si deve adoperare per raggiungere tale obiettivo.**
Nota 7:	**Le caratteristiche di prestazione si applicano alle singole sostanze specificate al 25% del valore parametrico che figura nell'allegato I.**
Nota 8:	**Le caratteristiche di prestazione si applicano alle singole sostanze specificate al 50% del valore parametrico che figura nell'allegato I.**

NOTE

AVVERTENZA:

Il testo delle note qui pubblicato è stato redatto dall'amministrazione competente per materia ai sensi dell'art. 10, comma 3, del testo unico delle disposizioni sulla promulgazione delle leggi, sull'emanazione dei decreti del Presidente della Repubblica e sulle pubblicazioni ufficiali della Repubblica italiana, approvato con decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 1985, n. 1092, al solo fine di facilitare la lettura delle disposizioni di legge alle quali è operato il rinvio. Restano invariati il valore e l'efficacia degli atti legislativi qui trascritti.

Per le direttive CEE vengono forniti gli estremi di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee (GUCE).

Note alle premesse:

— L'art. 76 della Costituzione stabilisce che l'esercizio della funzione legislativa non può essere delegato al Governo se non con determinazione di princìpi e criteri direttivi e soltanto per tempo limitato e per oggetti definiti.

— L'art. 87 della Costituzione conferisce, tra l'altro, al Presidente della Repubblica il potere di promulgare le leggi e di emanare i decreti aventi valore di legge ed i regolamenti.

— La direttiva 98/83/CE è pubblicata in GUCE L 330 del 5 dicembre 1998.

— La legge 21 dicembre 1999, n. 526 reca: «Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee — Legge comunitaria 1999». Gli articoli 1 e 2 della citata legge, così recitano:

«Art. 1 *(Delega al Governo per l'attuazione di direttive comunitarie)*. — 1. Il Governo è delegato ad emanare, entro il termine di un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, i decreti legislativi recanti le norme occorrenti per dare attuazione alle direttive comprese negli elenchi di cui agli allegati *A* e *B*.

2. I decreti legislativi sono adottati, nel rispetto dell'articolo 14 della legge 23 agosto 1988, n. 400, su proposta del Presidente del Consiglio dei Ministri o del Ministro per le politiche comunitarie e del Ministro con competenza istituzionale prevalente per la materia, di concerto con i Ministri degli affari esteri, della giustizia e del tesoro, del bilancio e della programmazione economica e con gli altri Ministri interessati in relazione all'oggetto della direttiva.

3. Gli schemi dei decreti legislativi recanti attuazione delle direttive comprese nell'elenco di cui all'allegato *B* sono trasmessi, dopo che su di essi sono stati acquisiti gli altri pareri previsti da disposizioni di legge ovvero sono trascorsi i termini prescritti per l'espressione di tali pareri, alla Camera dei deputati e al Senato della Repubblica perché su di essi sia espresso, entro quaranta giorni dalla data di trasmissione, il parere delle Commissioni competenti per materia; decorso tale termine, i decreti sono emanati anche in mancanza di detto parere. Qualora il termine previsto per il parere delle Commissioni scada nei trenta giorni che precedono la scadenza dei termini previsti al comma 1 o successivamente, questi ultimi sono prorogati di novanta giorni.

4. Entro due anni dalla data di entrata in vigore della presente legge, nel rispetto dei princìpi e criteri direttivi da essa fissati, il Governo può emanare, con la procedura indicata nei commi 2 e 3, disposizioni integrative e correttive dei decreti legislativi emanati ai sensi del comma 1.

5. Il termine per l'esercizio della delega per l'attuazione della direttiva 97/5/CE è di sei mesi».

«Art. 2 *(Criteri e principi direttivi generali della delega legislativa)*. — 1. Salvi gli specifici princìpi e criteri direttivi stabiliti negli articoli seguenti ed in aggiunta a quelli contenuti nelle direttive da attuare, i decreti legislativi di cui all'articolo 1 saranno informati ai seguenti princìpi e criteri generali:

a) le amministrazioni direttamente interessate provvederanno all'attuazione dei decreti legislativi con le ordinarie strutture amministrative;

b) per evitare disarmonie con le discipline vigenti per i singoli settori interessati dalla normativa da attuare, saranno introdotte le occorrenti modifiche o integrazioni alle discipline stesse;

c) salva l'applicazione delle norme penali vigenti, ove necessario per assicurare l'osservanza delle disposizioni contenute nei decreti legislativi, saranno previste sanzioni amministrative e penali per le infrazioni alle disposizioni dei decreti stessi. Le sanzioni penali, nei limiti, rispettivamente, dell'ammenda fino a L. 200 milioni e dell'arresto fino a tre anni, saranno previste, in via alternativa o congiunta, solo nei casi in cui le infrazioni ledano o espongano a pericolo interessi generali dell'ordinamento interno. In tali casi saranno previste: la pena dell'ammenda alternativa all'arresto per le infrazioni che espongano a pericolo o danneggino l'interesse protetto; la pena dell'arresto congiunta a quella dell'ammenda per le infrazioni che rechino un danno di particolare gravità. È fatta salva la previsione delle sanzioni alternative o sostitutive della pena detentiva di cui all'articolo 10, comma 1, lettera *a)*, della legge 25 giugno 1999, n. 205. La sanzione amministrativa del pagamento di una somma non inferiore a L. 50 mila e non superiore a L. 200 milioni sarà prevista per le infrazioni che ledano o espongano a pericolo interessi diversi da quelli sopra indicati. Nell'ambito dei limiti minimi e massimi previsti, le sanzioni sopra indicate saranno determinate nella loro entità, tenendo conto della diversa potenzialità lesiva dell'interesse protetto che ciascuna infrazione presenta in astratto, di specifiche qualità personali del colpevole, comprese quelle che impongono particolari doveri di prevenzione, controllo o vigilanza, nonché del vantaggio patrimoniale che l'infrazione può recare al colpevole o alla persona o ente nel cui interesse egli agisce. In ogni caso, in deroga ai limiti sopra indicati, per le infrazioni alle disposizioni dei decreti legislativi saranno previste sanzioni penali o amministrative identiche a quelle eventualmente già comminate dalle leggi vigenti per le violazioni che siano omogenee e di pari offensività rispetto alle infrazioni medesime;

d) eventuali spese non contemplate da leggi vigenti e che non riguardano l'attività ordinaria delle amministrazioni statali o regionali potranno essere previste nei soli limiti occorrenti per l'adempimento degli obblighi di attuazione delle direttive; alla relativa copertura, in quanto non sia possibile far fronte con i fondi già assegnati alle competenti amministrazioni si provvederà a norma degli articoli 5 e 21 della legge 16 aprile 1987, n. 183, osservando altresì il disposto dell'articolo 11-*ter*, comma 2, della legge 5 agosto 1978, n. 468, introdotto dall'articolo 7 della legge 23 agosto 1988, n. 362;

e) all'attuazione di direttive che modificano precedenti direttive già attuate con legge o decreto legislativo si procederà, se la modificazione non comporta ampliamento della materia regolata, apportando le corrispondenti modifiche alla legge o al decreto legislativo di attuazione della direttiva modificata;

f) i decreti legislativi assicureranno in ogni caso che, nelle materie trattate dalle direttive da attuare, la disciplina disposta sia pienamente conforme alle prescrizioni delle direttive medesime, tenuto anche conto delle eventuali modificazioni comunque intervenute fino al momento dell'esercizio della delega;

g) nelle materie di competenza delle regioni a statuto ordinario e speciale e delle province autonome di Trento e di Bolzano saranno osservati l'articolo 9 della legge 9 marzo 1989, n. 86, l'articolo 6, primo comma, del decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1977, n. 616, e l'articolo 2 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112.

2. Nell'attuazione delle normative comunitarie, gli oneri di prestazioni e controlli da eseguirsi da parte di uffici pubblici in applicazione delle normative medesime sono posti a carico dei soggetti interessati in relazione al costo effettivo del servizio, ove ciò non risulti in contrasto con la disciplina comunitaria. Le tariffe di cui al precedente periodo sono predeterminate e pubbliche.».

— L'allegato *A*, della citata legge, contiene l'elenco delle direttive da attuare con decreto legislativo.

— Il decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 236, reca: «Attuazione della direttiva CEE numero 80/778 concernente la qualità della acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183.».

— Il decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, reca: «Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.».

Note all'art. 2:

— Per quanto concerne il decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, vedi le note alle premesse. L'art. 2, comma 1, lettera *o*-bis) del citato decreto legislativo, così recita:

«Art. 2 *(Definizioni)*. — 1. Ai fini del presente decreto si intende per:

a) - o) (omissis);

o-bis) "gestore del servizio idrico integrato": il soggetto che in base alla convenzione di cui all'articolo 11 della legge 5 gennaio 1994, n. 36, gestisce i servizi idrici integrati e, soltanto fino alla piena operatività del servizio idrico integrato, il gestore esistente del servizio pubblico;».

— La legge 5 gennaio 1994, n. 36, reca: «Disposizioni in materia di risorse idriche.». L'art. 9, comma 2, della citata legge, così recita:

«2. I comuni e le province provvedono alla gestione del servizio idrico integrato mediante le forme, anche obbligatorie, previste dalla legge 8 giugno 1990, n. 142, come integrata dall'articolo 12, legge 23 dicembre 1992, n. 498».

Note all'art. 8:

— Per quanto concerne il decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, vedi le note alle premesse. L'art. 43 del citato decreto legislativo, così recita:

«Art. 43 *(Rilevamento dello stato di qualità dei corpi idrici)*. — 1. Le regioni elaborano programmi per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee all'interno di ciascun bacino idrografico.

2. I programmi di cui al comma 1 sono adottati in conformità alle indicazioni di cui all'allegato 1 e resi operativi entro il 31 dicembre 2000. Tali programmi devono essere integrati con quelli già esistenti per gli obiettivi a specifica destinazione stabiliti in conformità all'allegato 2.

3. Al fine di evitare sovrapposizioni e di garantire il flusso delle informazioni raccolte e la loro compatibilità con il sistema informativo nazionale dell'ambiente, nell'esercizio delle rispettive competenze, le regioni possono promuovere accordi di programma con le strutture definite ai sensi dell'articolo 92 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, con l'agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente, le agenzie regionali e provinciali dell'ambiente, le province, le autorità d'ambito, i consorzi di bonifica e gli altri enti pubblici interessati. Nei programmi devono essere definite altresì le modalità di standardizzazione dei dati e di interscambio delle informazioni.».

— L'allegato 2, sezione *A* del citato decreto legislativo, reca: «Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative e per la classificazione delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile».

— Il decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 502, reca: «Riordino della disciplina in materia sanitaria, a norma dell'articolo 1 della legge 23 ottobre 1992, n. 421». L'art. 7-*quinquies* del citato decreto legislativo, così recita:

«Art. 7-*quinquies* *(Coordinamento con le agenzie regionali per l'ambiente)*. — 1. Il Ministro della sanità e il Ministro dell'ambiente, d'intesa con la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, stipulano, nell'ambito delle rispettive competenze, un accordo quadro per il coordinamento e la integrazione degli interventi per la tutela della salute e dell'ambiente che individua i settori di azione congiunta e i relativi programmi operativi.

2. Le regioni individuano le modalità e i livelli di integrazione fra politiche sanitarie e politiche ambientali, prevedendo la stipulazi di accordi di programma e convenzioni tra le unità sanitarie loca le aziende ospedaliere e le agenzie regionali per la protezione dell'ambiente per la tutela della popolazione dal rischio ambientale, con particolare riguardo alle attività di sorveglianza epidemiologica e di comunicazione del rischio. Tali accordi devono comunque garantire l'erogazione delle prestazioni richieste dalle unità sanitarie locali per lo svolgimento di funzioni e di compiti istituzionali senza oneri aggiuntivi per il Servizio sanitario nazionale.

3. Le regioni e le unità sanitarie locali, per le attività di laboratorio già svolte dai presidi multizonali di prevenzione come compito di istituto, in base a norme vigenti, nei confronti delle unità sanitarie locali, si avvalgono delle agenzie regionali per la protezione dell'ambiente».

Note all'art. 11:

— Il decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, reca: «Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59». L'art. 5 del citato decreto legislativo, così recita:

«Art. 5 *(Poteri sostitutivi)*. — 1. Con riferimento alle funz e ai compiti spettanti alle regioni e agli enti locali, in caso di ac tata inattività che comporti inadempimento agli obblighi derivanti dall'appartenenza alla Unione europea o pericolo di grave pregiudizio agli interessi nazionali, il Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro competente per materia, assegna all'ente inadempiente un congruo termine per provvedere.

2. Decorso inutilmente tale termine, il Consiglio dei Ministri, sentito il soggetto inadempiente, nomina un commissario che provvede in via sostitutiva.

3. In casi di assoluta urgenza, non si applica la procedura di cui al comma 1 e il Consiglio dei Ministri può adottare il provvedimento di cui al comma 2, su proposta del Presidente del Consiglio dei Ministri, di concerto con il Ministro competente. Il provvedimento in tal modo adottato ha immediata esecuzione ed è immediatamente comunicato rispettivamente alla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, di seguito denominata "Conferenza Stato-regioni" e alla Conferenza Stato-Città e autonomie locali allargata ai rappresentanti delle comunità montane, che ne possono chiedere il riesame, nei termini e con gli effetti previsti dall'articolo 8, comma 3, della legge 15 marzo 1997, n. 59.

4. Restano ferme le disposizioni in materia di poteri sostitutivi previste dalla legislazione vigente.».

Note all'art. 13:

— Per quanto concerne il decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, vedi le note alle premesse.

— Gli articoli 42 e seguenti, del citato decreto legislativo, riguardano i piani di tutela delle acque. In particolare l'art. 42 recita:

«Art. 42 *(Rilevamento delle caratteristiche del bacino idrografico ed analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica)*. — 1. Al fine di garantire l'acquisizione delle informazioni necessarie alla redazione del piano di tutela, le regioni provvedono ad elaborare programmi di rilevamento dei dati utili a descrivere le caratteristiche del bacino idrografico e a valutare l'impatto antropico esercitato sul medesimo.

2. I programmi di cui al comma 1 sono adottati in conformità alle indicazioni di cui all'allegato 3 e sono resi operativi entro il 31 dicembre 2000 e sono aggiornati ogni sei anni.

3. Nell'espletamento dell'attività conoscitiva di cui al comma 1, le amministrazioni sono tenute ad utilizzare i dati e le informazioni già acquisite, con particolare riguardo a quelle preordinate alla redazione dei piani di risanamento delle acque di cui alla legge 10 maggio 1976, n. 319, nonché a quelle previste dalla legge 18 maggio 1989, n. 183.».

Nota all'art. 20:

— Per quanto riguarda il decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 236, vedi le note alle premesse.

01G0074

DOMENICO CORTESANI, *direttore*

FRANCESCO NOCITA, *redattore*
ALFONSO ANDRIANI, *vice redattore*

(4651353/1) Roma, 2001 - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - S.

LEGGE 6 dicembre 1971, n. 1083. **Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile.** *(GAZZETTA UFFICIALE n. 320 del 20 dicembre 1971)*

La Camera dei deputati ed il Senato della Repubblica hanno approvato:

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Promulga

la seguente legge:

Art. 1.

Tutti i materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico ed usi similari devono essere realizzati secondo le regole specifiche della buona tecnica, per la salvaguardia della sicurezza.

Art. 2.

I gas combustibili ad uso domestico ed uso similare, distribuiti mediante condotte o liquefatti e compressi in bombole, che non abbiano di per sè odore caratteristico e sufficiente perchè possa esserne rilevata la presenza prima che si creino condizioni di pericolo, devono essere odorizzati, a cura delle imprese od aziende produttrici o distributrici, con sostanze idonee aggiunte in quantitativi adeguati in modo che sia possibile avvertire la presenza di gas in quantità pericolosa per esplosività e tossicità.

Art. 3.

I materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico e l'odorizzazione del gas, di cui ai precedenti articoli, realizzati secondo le norme specifiche per la sicurezza, pubblicate dall'Ente nazionale di unificazione (UNI) in tabelle con la denominazione UNI-CIG, si considerano effettuati secondo le regole della buona tecnica per la sicurezza.

Le predette norme sono approvate con decreto del Ministro per l'industria, il commercio e l'artigianato.

Art. 4.

La vigilanza sull'applicazione della presente legge è demandata al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, che ha facoltà di disporre accertamenti direttamente o a mezzo di istituti, enti o laboratori autorizzati con decreto del Ministro per l'industria, il commercio e l'artigianato.

I funzionari del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, nonchè degli istituti, enti e laboratori sopra indcati, nell'esercizio delle loro funzioni, sono ufficiali di polizia giudiziaria.

Art. 5.

I trasgressori delle disposizioni previste dalla presente legge sono puniti con l'ammenda da lire 100 mila a lire 2 milioni o con l'arresto fino a due anni.

Art. 6.

La presente legge entra in vigore dopo un anno dalla sua pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale*.

La presente legge, munita del sigillo dello Stato, sarà inserta nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge dello Stato.

Data a Roma, addì 6 dicembre 1971

SARAGAT

Colombo — Gava — Restivo — Zagari — Mariotti

SERIE GENERALE

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo I (70%)

Anno 131° — Numero 59

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Lunedì, 12 marzo 1990

SI PUBBLICA NEL POMERIGGIO DI TUTTI I GIORNI MENO I FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO LIBRERIA DELLO STATO PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 85081

La Gazzetta Ufficiale, *oltre alla* **Serie generale**, *pubblica tre Serie speciali ciascuna contraddistinta con autonoma numerazione:* **1ª Serie speciale:** *Corte costituzionale* (pubblicata il mercoledì); **2ª Serie speciale:** *Comunità europee* (pubblicata il martedì e il giovedì); **3ª Serie speciale:** *Regioni* (pubblicata il sabato)

Legge 5 Marzo 1990 n° 46

NORME PER LA SICUREZZA DEGLI IMPIANTI

LEGGI, DECRETI E ORDINANZE PRESIDENZIALI

LEGGE 5 marzo 1990, n. 46.

Norme per la sicurezza degli impianti.

La Camera dei deputati ed il Senato della Repubblica hanno approvato;

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

PROMULGA

la seguente legge:

Art. 1.

Ambito di applicazione

1. Sono soggetti all'applicazione della presente legge i seguenti impianti relativi agli edifici adibiti ad uso civile:

a) gli impianti di produzione, di trasporto, di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'energia fornita dall'ente distributore;

b) gli impianti radiotelevisivi ed elettronici in genere, le antenne e gli impianti di protezione da scariche atmosferiche;

c) gli impianti di riscaldamento e di climatizzazione azionati da fluido liquido, aeriforme, gassoso e di qualsiasi natura o specie;

d) gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore;

e) gli impianti per il trasporto e l'utilizzazione di gas allo stato liquido o aeriforme all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna del combustibile gassoso fornito dall'ente distributore;

f) gli impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili;

g) gli impianti di protezione antincendio.

2. Sono altresì soggetti all'applicazione della presente legge gli impianti di cui al comma 1, lettera *a)*, relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi.

Art. 2.

Soggetti abilitati

1. Sono abilitate all'installazione, alla trasformazione, all'ampliamento e alla manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1 tutte le imprese, singole o associate, regolarmente iscritte nel registro delle ditte di cui al regio decreto 20 settembre 1934, n. 2011, e successive modificazioni ed integrazioni, o nell'albo provinciale delle imprese artigiane di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443.

2. L'esercizio delle attività di cui al comma 1 è subordinato al possesso dei requisiti tecnico-professionali, di cui all'articolo 3, da parte dell'imprenditore, il quale, qualora non ne sia in possesso, prepone all'esercizio delle attività di cui al medesimo comma 1 un responsabile tecnico che abbia tali requisiti.

Art. 3.

Requisiti tecnico-professionali

1. I requisiti tecnico-professionali di cui all'articolo 2, comma 2, sono i seguenti:

a) laurea in materia tecnica specifica conseguita presso una università statale o legalmente riconosciuta;

b) oppure diploma di scuola secondaria superiore conseguito, con specializzazione relativa al settore delle attività di cui all'articolo 2, comma 1, presso un istituto statale o legalmente riconosciuto, previo un periodo di inserimento, di almeno un anno continuativo, alle dirette dipendenze di una impresa del settore;

c) oppure titolo o attestato conseguito ai sensi della legislazione vigente in materia di formazione professionale, previo un periodo di inserimento, di almeno due anni consecutivi, alle dirette dipendenze di una impresa del settore;

d) oppure prestazione lavorativa svolta, alle dirette dipendenze di una impresa del settore, nel medesimo ramo di attività dell'impresa stessa, per un periodo non inferiore a tre anni, escluso quello computato ai fini dell'apprendistato, in qualità di operaio installatore con qualifica di specializzato nelle attività di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1.

Art. 4.

Accertamento dei requisiti tecnico-professionali

1. L'accertamento dei requisiti tecnico-professionali è espletato per le imprese artigiane dalle commissioni provinciali per l'artigianato. Per tutte le altre imprese è espletato da una commissione nominata dalla giunta della camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura e composta da un minimo di cinque ad un massimo di nove membri dei quali un membro in rappresentanza degli ordini professionali, un membro in rappresentanza dei collegi professionali, un membro in rappresentanza degli enti erogatori di energia elettrica e di gas ed i restanti membri designati dalle organizzazioni delle categorie più rappresentative a livello nazionale degli esercenti le attività disciplinate dalla presente legge; la commissione è presieduta da un docente universitario di ruolo di materia tecnica o da un docente di istituto tecnico industriale di ruolo di materia tecnica.

2. Le imprese, alle quali siano stati riconosciuti i requisiti tecnico-professionali, hanno diritto ad un certificato di riconoscimento, secondo i criteri stabiliti dal regolamento di attuazione di cui all'articolo 15.

Art. 5.

Riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali

1. Hanno diritto ad ottenere il riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali, previa domanda da presentare entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, alla commissione provinciale per l'artigianato, coloro che dimostrino di essere iscritti, alla medesima data, da almeno un anno nell'albo provinciale delle imprese artigiane di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443, come imprese installatrici o di manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1.

2 Hanno altresì diritto ad ottenere il riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali, previa domanda da presentare entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, coloro che dimostrino di essere iscritti, alla medesima data, da almeno un anno nel registro delle ditte di cui al regio decreto 20 settembre 1934, n. 2011, e successive modificazioni ed integrazioni, come imprese installatrici o di manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1.

Art. 6.

Progettazione degli impianti

1. Per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti di cui ai commi 1, lettere *a)*, *b)*, *c)*, *e)* e *g)*, e 2 dell'articolo 1 è obbligatoria la redazione del progetto da parte di professionisti, iscritti negli albi professionali, nell'ambito delle rispettive competenze.

2. La redazione del progetto per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti di cui al comma 1 è obbligatoria al di sopra dei limiti dimensionali indicati nel regolamento di attuazione di cui all'articolo 15.

3. Il progetto di cui al comma 1 è depositato:

a) presso gli organi competenti al rilascio di licenze di impianto o di autorizzazioni alla costruzione quando previsto dalle disposizioni legislative e regolamentari vigenti;

b) presso gli uffici comunali, contestualmente al progetto edilizio, per gli impianti il cui progetto non sia soggetto per legge ad approvazione.

Art. 7.

Installazione degli impianti

1. Le imprese installatrici sono tenute ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiali parimenti costruiti a regola d'arte. I materiali ed i componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), nonché nel rispetto di quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia, si considerano costruiti a regola d'arte.

2. In particolare gli impianti elettrici devono essere dotati di impianti di messa a terra e di interruttori differenziali ad alta sensibilità o di altri sistemi di protezione equivalenti.

3. Tutti gli impianti realizzati alla data di entrata in vigore della presente legge devono essere adeguati, entro tre anni da tale data, a quanto previsto dal presente articolo.

Art. 8.

Finanziamento dell'attività di normazione tecnica

1. Il 3 per cento del contributo dovuto annualmente dall'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro (INAIL) per l'attività di ricerca di cui all'articolo 3, terzo comma, del decreto-legge 30 giugno 1982, n. 390, convertito, con modificazioni, dalla legge 12 agosto 1982, n. 597, è destinato all'attività di normazione tecnica, di cui all'articolo 7 della presente legge, svolta dall'UNI e dal CEI.

2. La somma di cui al comma 1, calcolata sull'ammontare del contributo versato dall'INAIL nel corso dell'anno precedente, è iscritta a carico del capitolo 3030 dello stato di previsione della spesa del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato per il 1990 e a carico delle proiezioni del corrispondente capitolo per gli anni seguenti.

Art. 9.

Dichiarazione di conformità

1. Al termine dei lavori l'impresa installatrice è tenuta a rilasciare al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto delle norme di cui all'articolo 7. Di tale dichiarazione, sottoscritta dal titolare dell'impresa installatrice e recante i numeri di partita IVA e di iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, faranno parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati nonché, ove previsto, il progetto di cui all'articolo 6.

Art. 10.

Responsabilità del committente o del proprietario

1. Il committente o il proprietario è tenuto ad affidare i lavori di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1 ad imprese abilitate ai sensi dell'articolo 2.

Art. 11.

Certificato di abitabilità e di agibilità

1. Il sindaco rilascia il certificato di abitabilità o di agibilità dopo aver acquisito anche la dichiarazione di conformità o il certificato di collaudo degli impianti installati, ove previsto, salvo quanto disposto dalle leggi vigenti.

Art. 12.

Ordinaria manutenzione degli impianti e cantieri

1. Sono esclusi dagli obblighi della redazione del progetto e del rilascio del certificato di collaudo, nonché dall'obbligo di cui all'articolo 10, i lavori concernenti l'ordinaria manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1.

2. Sono altresì esclusi dagli obblighi della redazione del progetto e del rilascio del certificato di collaudo le installazioni per apparecchi per usi domestici e la fornitura provvisoria di energia elettrica per gli impianti di cantiere e similari, fermo restando l'obbligo del rilascio della dichiarazione di conformità di cui all'articolo 9.

Art. 13.

Deposito presso il comune del progetto, della dichiarazione di conformità o del certificato di collaudo

1. Qualora nuovi impianti tra quelli di cui ai commi 1, lettere *a)*, *b)*, *c)*, *e)* e *g)*, e 2 dell'articolo 1 vengano installati in edifici per i quali è già stato rilasciato il certificato di abitabilità, l'impresa installatrice deposita presso il comune, entro trenta giorni dalla conclusione dei lavori, il progetto di rifacimento dell'impianto e la dichiarazione di conformità o il certificato di collaudo degli impianti installati, ove previsto da altre norme o dal regolamento di attuazione di cui all'articolo 15.

2. In caso di rifacimento parziale di impianti, il progetto e la dichiarazione di conformità o il certificato di collaudo, ove previsto, si riferiscono alla sola parte degli impianti oggetto dell'opera di rifacimento. Nella relazione di cui all'articolo 9 dovrà essere espressamente indicata la compatibilità con gli impianti preesistenti.

Art. 14.

Verifiche

1. Per eseguire i collaudi, ove previsti, e per accertare la conformità degli impianti alle disposizioni della presente legge e della normativa vigente, i comuni, le unità sanitarie locali, i comandi provinciali dei vigili del fuoco e l'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro (ISPESL) hanno facoltà di avvalersi della collaborazione dei liberi professionisti, nell'ambito delle rispettive competenze, di cui all'articolo 6, comma 1, secondo le modalità stabilite dal regolamento di attuazione di cui all'articolo 15.

2. Il certificato di collaudo deve essere rilasciato entro tre mesi dalla presentazione della relativa richiesta.

Art. 15.

Regolamento di attuazione

1. Entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge è emanato, con le procedure di cui all'articolo 17 della legge 23 agosto 1988, n. 400, il regolamento di attuazione. Nel regolamento di attuazione sono precisati i limiti per i quali risulti obbligatoria la redazione del progetto di cui all'articolo 6 e sono definiti i criteri e le modalità di redazione del progetto stesso in relazione al grado di complessità tecnica dell'installazione degli impianti, tenuto conto dell'evoluzione tecnologica, per fini di prevenzione e di sicurezza.

2. Presso il Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato è istituita una commissione permanente, presieduta dal direttore generale della competente Direzione generale del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, o da un suo delegato, e composta da sei rappresentanti designati dalle organizzazioni sindacali maggiormente rappresentative delle categorie imprenditoriali e artigiane interessate, da sei rappresentanti delle professioni designati pariteticamente dai rispettivi consigli nazionali e da due rappresentanti degli enti erogatori di energia elettrica e di gas.

3. La commissione permanente di cui al comma 2 collabora ad indagini e studi sull'evoluzione tecnologica del comparto.

Art. 16.

Sanzioni

1. Alla violazione di quanto previsto dall'articolo 10 consegue, a carico del committente o del proprietario, secondo le modalità previste dal regolamento di attuazione di cui all'articolo 15, una sanzione amministrativa da lire centomila a lire cinquecentomila. Alla violazione delle altre norme della presente legge consegue, secondo le modalità previste dal medesimo regolamento di attuazione, una sanzione amministrativa da lire un milione a lire dieci milioni.

2. Il regolamento di attuazione di cui all'articolo 15 determina le modalità della sospensione delle imprese dal registro o dall'albo di cui all'articolo 2, comma 1, e dei provvedimenti disciplinari a carico dei professionisti iscritti nei rispettivi albi, dopo la terza violazione delle norme relative alla sicurezza degli impianti, nonché gli aggiornamenti dell'entità delle sanzioni amministrative di cui al comma 1.

Art. 17.

Abrogazione e adeguamento dei regolamenti comunali e regionali

1. I comuni e le regioni sono tenuti ad adeguare i propri regolamenti, qualora siano in contrasto con la presente legge.

Art. 18.

Disposizioni transitorie

1. Fino all'emanazione del regolamento di attuazione di cui all'articolo 15 sono autorizzate ad eseguire opere di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1 le imprese di cui all'articolo 2, comma 1, le quali sono tenute ad eseguire gli impianti secondo quanto prescritto dall'articolo 7 ed a rilasciare al committente o al proprietario la dichiarazione di conformità recante i numeri di partita IVA e gli estremi dell'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura.

2. La dichiarazione di cui al comma 1 sostituisce a tutti gli effetti la dichiarazione di conformità di cui all'articolo 9.

Art. 19.

Entrata in vigore

1. La presente legge entra in vigore il giorno successivo a quello della sua pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

La presente legge, munita del sigillo dello Stato, sarà inserita nella Raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge dello Stato.

Data a Roma, addì 5 marzo 1990

COSSIGA

ANDREOTTI, *Presidente del Consiglio dei Ministri*

Visto, *il Guardasigilli:* VASSALLI

NOTE

AVVERTENZA:

Il testo delle note qui pubblicato è stato redatto ai sensi dell'art. 10, comma 3, del testo unico approvato con decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 1985, n. 1092, al solo fine di facilitare la lettura delle disposizioni di legge alle quali è operato il rinvio. Restano invariati il valore e l'efficacia degli atti legislativi qui trascritti.

Note all'art. 2:

– Il R.D. n. 2011/1934, e successive modificazioni ed integrazioni, approva il testo unico delle leggi sui consigli provinciali dell'economia corporativa e sugli uffici provinciali dell'economia corporativa.

– La legge n. 443/1985 reca: «Legge quadro per l'artigianato».

Note all'art. 5:

– Per la legge n. 443/1985 si veda nelle note all'art. 2.

– Per il R.D. n. 2011/1934 si veda nelle note all'art. 2.

Nota all'art. 8:

Il testo dell'art. 3, terzo comma, del D.L. n. 390/1982 (Disciplina delle funzioni prevenzionali e omologative delle unità sanitarie locali e dell'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro) è il seguente: «Il contributo di cui all'art. 3, secondo comma, della legge 19 dicembre 1952, n. 2390, viene assegnato al fondo sanitario nazionale di cui all'art. 51 della legge 23 dicembre 1978, n. 833, per essere destinato ad attività di ricerca nel campo della prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali, a partire dalla cessazione dell'attività commissariale dell'ENPI».

Nota all'art. 15:

Il testo dell'art. 17 della legge n. 400/1988 (Disciplina dell'attività di Governo e ordinamento della Presidenza del Consiglio dei Ministri) è il seguente:

«Art. 17 *(Regolamenti)*. — 1. Con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei Ministri, sentito il parere del Consiglio di Stato che deve pronunziarsi entro novanta giorni dalla richiesta, possono essere emanati regolamenti per disciplinare:

a) l'esecuzione delle leggi e dei decreti legislativi;

b) l'attuazione e l'integrazione delle leggi e dei decreti legislativi recanti norme di principio, esclusi quelli relativi a materie riservate alla competenza regionale;

c) le materie in cui manchi la disciplina da parte di leggi o di atti aventi forza di legge, sempre che non si tratti di materie comunque riservate alla legge;

d) l'organizzazione ed il funzionamento delle amministrazioni pubbliche secondo le disposizioni dettate dalla legge;

e) l'organizzazione del lavoro ed i rapporti di lavoro dei pubblici dipendenti in base agli accordi sindacali.

2. Con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei Ministri, sentito il Consiglio di Stato, sono emanati i regolamenti per la disciplina delle materie, non coperte da riserva assoluta di legge prevista dalla Costituzione, per le quali le leggi della Repubblica, autorizzando l'esercizio della potestà regolamentare del Governo, determinano le norme generali regolatrici della materia e dispongono l'abrogazione delle norme vigenti, con effetto dell'entrata in vigore delle norme regolamentari.

3. Con decreto ministeriale possono essere adottati regolamenti nelle materie di competenza del Ministro o di autorità sottordinate al Ministro, quando la legge espressamente conferisca tale potere. Tali regolamenti, per materie di competenza di più Ministri, possono essere adottati con decreti interministeriali, ferma restando la necessità di apposita autorizzazione da parte della legge. I regolamenti ministeriali ed interministeriali non possono dettare norme contrarie a quelle dei regolamenti emanati dal Governo. Essi debbono essere comunicati al Presidente del Consiglio dei Ministri prima della loro emanazione.

4. I regolamenti di cui al comma 1 ed i regolamenti ministeriali ed interministeriali, che devono recare la denominazione di «regolamento», sono adottati previo parere del Consiglio di Stato, sottoposti al visto ed alla registrazione della Corte dei conti e pubblicati nella *Gazzetta Ufficiale*».

LAVORI PREPARATORI

Senato della Repubblica (atto n. 172):

Presentato dal sen. ALIVERTI ed altri il 9 luglio 1987.

Assegnato alla 10ª commissione (Industria) in sede referente, il 22 settembre 1987, con pareri delle commissioni 1ª, 2ª, 8ª e 11ª.

Esaminato dalla 10ª commissione, in sede referente, il 13, 14 gennaio 1988.

Assegnato nuovamente alla 10ª commissione, in sede deliberante, il 15 gennaio 1988.

Esaminato dalla 10ª commissione, in sede deliberante, e approvato il 20 gennaio 1988 in un testo unificato con atto n. 51.

Camera dei deputati (atto n. 2241):

Assegnato alla X commissione (Attività produttive), in sede legislativa, il 1° marzo 1988, con pareri delle commissioni I, II, V, VIII, XI e XII.

Esaminato dalla X commissione l'11, 19 maggio 1988; 2 giugno 1988, 28 luglio 1988, 4 ottobre 1988; 14, 20, 21 dicembre 1988; 4 maggio 1989, 25 ottobre 1989, 24 gennaio 1990 e approvato il 1° febbraio 1990, in un testo unificato con atti numeri 394, 548, 740, 930, 2182 e 2222.

Senato della Repubblica (atto n. 51-172/*B*):

Assegnato alla 10ª commissione (Industria), in sede deliberante, il 16 febbraio 1990, con parere della commissione 2ª.

Esaminato dalla 10ª commissione e approvato il 21 febbraio 1990.

90G0081

SERIE GENERALE

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo I (70%)

Anno 133° — Numero 38

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Sabato, 15 febbraio 1992 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 85081

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

6 dicembre 1991, **n. 447.**

Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n.46, in materia di sicurezza degli impianti.

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 6 dicembre 1991, n. 447.

Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti.

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Visto l'art. 87, quinto comma, della Costituzione;

Visto l'art. 15 della legge 5 marzo 1990, n. 46, recante norme per la sicurezza degli impianti;

Visto l'art. 17, comma 1, lettera *b)*, della legge 23 agosto 1988, n. 400;

Udito il parere del Consiglio di Stato, espresso nell'adunanza generale del 27 giugno 1991;

Vista la deliberazione del Consiglio dei Ministri, adottata nella riunione del 6 novembre 1991;

Sulla proposta del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato;

EMANA

il seguente regolamento:

Art. 1.

Ambito di applicazione

1. Per edifici adibiti ad uso civile, ai fini del comma 1 dell'art. 1 della legge 5 marzo 1990, n. 46, di seguito denominata «legge», si intendono le unità immobiliari o la parte di esse destinate ad uso abitativo, a studio professionale o a sede di persone giuridiche private, associazioni, circoli o conventi e simili.

2. Sono soggetti all'applicazione della legge, per quanto concerne i soli impianti elettrici di cui all'art. 1, comma 1, lettera *a)*, della legge, anche gli edifici adibiti a sede di società, ad attività industriale, commerciale o agricola o comunque di produzione o di intermediazione di beni o servizi, gli edifici di culto, nonché gli immobili destinati ad uffici, scuole, luoghi di cura, magazzini o depositi o in genere a pubbliche finalità, dello Stato o di enti pubblici territoriali, istituzionali o economici.

3. Per impianti di utilizzazione dell'energia elettrica si intendono i circuiti di alimentazione degli apparecchi utilizzatori e delle prese a spina con esclusione degli equipaggiamenti elettrici delle macchine, degli utensili, degli apparecchi elettrici in genere. Nell'ambito degli impianti elettrici rientrano anche quelli posti all'esterno di edifici se gli stessi sono collegati ad impianti elettrici posti all'interno. Gli impianti luminosi pubblicitari rientrano altresì nello stesso ambito qualora siano collegati ad impianti elettrici posti all'interno.

4. Per impianto radiotelevisivo ed elettronico si intende la parte comprendente tutte le componenti necessarie alla trasmissione ed alla ricezione dei segnali e dei dati ad installazione fissa funzionanti in bassissima tensione, mentre tutte le componenti funzionanti a tensione di rete nonché i sistemi di protezione contro le sovratensioni sono da ritenersi appartenenti all'impianto elettrico. Per gli impianti telefonici interni collegati alla rete pubblica, continua ad applicarsi il decreto 4 ottobre 1982 del Ministro delle poste e delle telecomunicazioni, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 8 del 10 gennaio 1983, con riferimento all'autorizzazione, all'installazione e agli ampliamenti degli impianti stessi.

5. Per impianto del gas a valle del punto di consegna si intende l'insieme delle tubazioni e dei loro accessori dal medesimo punto di consegna all'apparecchio utilizzatore, l'installazione ed i collegamenti del medesimo, le predisposizioni edili e/o meccaniche per la ventilazione del locale dove deve essere installato l'apparecchio, le predisposizioni edili e/o meccaniche per lo scarico all'esterno dei prodotti della combustione.

6. Per impianti di protezione antincendio si intendono gli idranti, gli impianti di spegnimento di tipo automatico e manuale nonché gli impianti di rilevamento di gas, fumo e incendio.

Art. 2.

Requisiti tecnico-professionali

1. Con la dizione «alle dirette dipendenze di un'impresa del settore» di cui all'art. 3, comma 1, lettere *b)* e *c)*, della legge deve intendersi non solo il rapporto di lavoro subordinato ma altresì ogni altra forma di collaborazione tecnica continuativa nell'ambito dell'impresa artigiana da parte del titolare, dei soci o dei familiari.

Art. 3.

Certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali

1. Il certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali è rilasciato alle imprese artigiane dalla commissione provinciale per l'artigianato che ha provveduto all'accertamento dei requisiti a norma dell'art. 4 della legge o al riconoscimento degli stessi a norma dell'art. 5, comma 1.

2. Alle altre imprese singole o associate o al responsabile tecnico di cui al comma 2 dell'art. 1 della legge, il certificato di riconoscimento è rilasciato dalla camera di commercio competente presso la quale è stata presentata la domanda di cui all'art. 5, comma 2, della legge o presso la quale si è concluso positivamente l'accertamento di cui all'art. 4 della legge ad opera della commissione nominata dalla giunta della medesima camera di commercio.

3. Il certificato è rilasciato sulla base di modelli approvati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, che fisserà altresì le modalità per l'effettuazione di periodiche verifiche circa la permanenza in capo alle imprese dei requisiti tecnico-professionali.

Art. 4.

Progettazione degli impianti

1. Fatta salva l'applicazione di norme che impongono una progettazione degli impianti, la redazione del progetto di cui all'art. 6 della legge è obbligatoria per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento dei seguenti impianti:

a) per gli impianti elettrici di cui all'art. 1, comma 1, lettera *a)*, della legge, per tutte le utenze condominiali di uso comune aventi potenza impegnata superiore a 6 kW e per utenze domestiche di singole unità abitative di superficie superiore a 400 mq; per gli impianti effettuati con lampade fluorescenti a catodo freddo, collegati ad impianti elettrici, per i quali è obbligatorio il progetto e in ogni caso per impianti di potenza complessiva maggiore di 1200 VA rese dagli alimentatori;

b) per gli impianti di cui all'art. 1, comma 2, della legge relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione qualora la superficie superi i 200 mq;

c) il progetto è comunque obbligatorio per gli impianti elettrici con potenza impegnata superiore o uguale a 1,5 kW per tutta l'unità immobiliare provvista, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o maggior rischio di incendio;

d) per gli impianti di cui all'art. 1, comma 1, lettera *b)*, della legge, per gli impianti elettronici in genere, quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione nonché per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 mc dotati di impianti elettrici soggetti a normativa specifica CEI o in edifici con volume superiorà a 200 mc e con un'altezza superiore a 5 metri;

e) per gli impianti di cui all'art. 1, comma 1, lettera *c)*, della legge, per le canne fumarie collettive ramificate, nonché per gli impianti di climatizzazione per tutte le utilizzazioni aventi una potenzialità frigorifera pari o superiore a 40.000 frigorie/ora;

f) per gli impianti di cui all'art. 1, comma 1, lettera *e)*, della legge, per il trasporto e l'utilizzazione di gas combustibili con portata termica superiore a 34,8 kW o di gas medicali per uso ospedaliero e simili, nel caso di stoccaggi;

g) per gli impianti di cui all'art. 1, comma 1, lettera *g)*, della legge, qualora siano inseriti in un'attività soggetta al rilascio del certificato prevenzione incendi e comunque quando gli idranti sono in numero pari o superiore a 4 o gli apparecchi di rilevamento sono in numero pari o superiore a 10.

2. I progetti debbono contenere gli schemi dell'impianto e i disegni planimetrici, nonché una relazione tecnica sulla consistenza e sulla tipologia dell'installazione, della trasformazione o dell'ampliamento dell'impianto stesso, con particolare riguardo all'individuazione dei materiali e componenti da utilizzare e alle misure di prevenzione e di sicurezza da adottare. Si considerano redatti secondo la buona tecnica professionale i progetti elaborati in conformità alle indicazioni delle guide dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del CEI.

3. Qualora l'impianto a base di progetto sia variato in opera, il progetto presentato deve essere integrato con la necessaria documentazione tecnica attestante tali varianti in corso d'opera, alle quali, oltre che al progetto, l'installatore deve fare riferimento nella sua dichiarazione di conformità.

Art. 5.

Installazione degli impianti

1. I materiali e componenti costruiti secondo le norme tecniche per la salvaguardia della sicurezza dell'UNI e del CEI, nonché nel rispetto della legislazione tecnica vigente in materia di sicurezza, si considerano costruiti a regola d'arte.

2. Si intendono altresì costruiti a regola d'arte i materiali ed i componenti elettrici dotati di certificati o attestati di conformità alle norme armonizzate previste dalla legge 18 ottobre 1977, n. 791, o dotati altresì di marchi di cui all'allegato IV del decreto del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato 13 giugno 1989, pubblicato nel supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n. 171 del 24 luglio 1989.

3. Gli impianti realizzati in conformità alle norme tecniche dell'UNI e del CEI, nonché alla legislazione tecnica vigente si intendono costruiti a regola d'arte.

4. Nel caso in cui per i materiali e i componenti gli impianti non siano state seguite le norme tecniche per la salvaguardia della sicurezza dell'UNI e del CEI, l'installatore dovrà indicare nella dichiarazione di conformità la norma di buona tecnica adottata.

5. In tale ipotesi si considerano a regola d'arte i materiali, componenti ed impianti per il cui uso o la cui realizzazione siano state rispettate le normative emanate dagli organismi di normalizzazione di cui all'allegato II della direttiva n. 83/189/CEE, se dette norme garantiscono un livello di sicurezza equivalente

6. Per interruttori differenziali ad alta sensibilità si intendono quelli aventi corrente differenziale nominale non superiore ad 1A. Gli impianti elettrici devono essere dotati di interruttori differenziali con il livello di sensibilità più idoneo ai fini della sicurezza nell'ambiente da proteggere e tale da consentire un regolare funzionamento degli stessi. Per sistemi di protezione equivalente ai fini del comma 2 dell'art. 7 della legge, si intende ogni sistema di protezione previsto dalle norme CEI contro i contatti indiretti.

7. Con riferimento alle attività produttive, si applica l'elenco delle norme generali di sicurezza riportate nell'art. 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 marzo 1989, pubblicato nel supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n. 93 del 21 aprile 1989.

8. Per l'adeguamento degli impianti già realizzati alla data di entrata in vigore della legge è consentita una suddivisione dei lavori in fasi operative purché l'adeguamento complessivo avvenga comunque nel triennio previsto dalla legge, vengano rispettati i principi di progettazione obbligatoria con riferimento alla globalità dei lavori e venga rilasciata per ciascuna fase la dichiarazione di conformità che ne attesti l'autonoma funzionalità e la sicurezza. Si considerano comunque adeguati gli impianti elettrici preesistenti che presentino i seguenti requisiti: sezionamento e protezione contro le sovracorrenti, posti all'origine dell'impianto, protezione contro i contatti diretti, protezione contro i contatti indiretti o protezione con interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA.

Art. 6.

Attività di normazione tecnica

1. L'UNI ed il CEI svolgono l'attività di elaborazione di specifiche tecniche per la salvaguardia della sicurezza di cui all'art. 7 della legge, anche sulla base di indicazioni del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato - Direzione generale della produzione industriale e di osservazioni della commissione permanente di cui all'art. 15, comma 2, della legge ed inviano semestralmente alla Direzione generale predetta la descrizione dei lavori svolti in tale settore, per l'attribuzione delle somme, di cui all'art. 8 della legge, che verranno erogate secondo criteri da determinarsi con regolamento del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di concerto con il Ministro del tesoro.

Art. 7.

Dichiarazione di conformità

1. La dichiarazione di conformità viene resa sulla base di modelli predisposti con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentiti l'UNI e il CEI.

2. La dichiarazione di conformità è rilasciata anche sugli impianti realizzati dagli uffici tecnici interni delle ditte non installatrici, intendendosi per uffici tecnici interni le strutture aziendali preposte all'impiantistica.

3. Copia della dichiarazione è inviata dal committente alla commissione provinciale per l'artigianato o a quella insediata presso la camera di commercio.

Art. 8.

Manutenzione degli impianti

1. Per la manutenzione degli impianti di ascensori e montacarichi in servizi privato continuano ad applicarsi le disposizioni di cui all'art. 5 della legge 24 ottobre 1942, n. 1415.

2. Per interventi di ordinaria manutenzione degli impianti si intendono tutti quelli finalizzati a contenere il degrado normale d'uso nonché a far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la strutture essenziale dell'impianto o la loro destinazione d'uso.

Art. 9.

Verifiche

1. Per l'esercizio della facoltà prevista dall'art. 14 della legge, gli enti interessati operano la scelta del libero professionista nell'ambito di appositi elenchi conservati presso le camere di commercio e comprendenti più sezioni secondo le rispettive competenze. Gli elenchi sono formati annualmente sulla base di documentata domanda di iscrizione e approvati dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato.

2. Con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentiti gli ordini e i collegi professionali, sono adottati schemi uniformi di elenchi e di sezioni a cui dovranno adeguarsi gli elenchi e le sezioni predisposti dalle camere di commercio.

3. I soggetti direttamente obbligati ad ottemperare a quanto previsto dalla legge devono conservare tutta la documentazione amministrativa e tecnica e consegnarla all'avente causa in caso di trasferimento dell'immobile a qualsiasi titolo, nonché devono darne copia alla persona che utilizza i locali.

4. All'atto della costruzione o ristrutturazione dell'edificio contenente gli impianti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, della legge, il committente o il proprietario affiggono ben visibile un cartello che, oltre ad indicare gli estremi della concessione edilizia ed informazioni relative alla parte edile, deve riportare il nome dell'installatore dell'impianto o degli impianti e, qualora sia previsto il progetto, il nome del progettista dell'impianto o degli impianti.

Art. 10.

Sanzioni

1. Le sanzioni amministrative, di cui all'art. 16, comma 1, della legge, vengono determinate nella misura variabile tra il minimo e il massimo, con riferimento alla entità e complessità dell'impianto, al grado di pericolosità ed alle altre circostanze obiettive e soggettive della violazione.

2. Le sanzioni amministrative sono aggiornate ogni cinque anni con regolamento del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sulla base dell'evoluzione tecnologica in materia di prevenzione e sicurezza e della svalutazione monetaria.

3. Le violazioni della legge accertate, mediante verifica o in qualunque altro modo, a carico delle imprese installatrici sono comunicate alla commissione di cui all'art. 4 della legge, competente per territorio, che provvede all'iscrizione nell'albo provinciale delle imprese artigiane o nel registro delle ditte in cui l'impresa inadempiente risulta iscritta, mediante apposito verbale.

4. La violazione reiterata per più di tre volte delle norme relative alla sicurezza degli impianti da parte delle imprese abilitate comporta altresì, in casi di particolare gravità, la sospensione temporanea dell'iscrizione delle medesime imprese dal registro delle ditte o dall'albo provinciale delle imprese artigiane, su proposta dei soggetti accertatori e su giudizio delle commissioni che sovraintendono alla tenuta dei registri e degli albi.

5. Dopo la terza violazione delle norme riguardanti la progettazione e i collaudi, i soggetti accertatori propongono agli ordini professionali provvedimenti disciplinari a carico dei professionisti iscritti nei rispettivi albi.

6. All'applicazione delle sanzioni di cui al presente articolo provvedono gli uffici provinciali dell'industria, del commercio e dell'artigianato.

Il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sarà inserito nella Raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 6 dicembre 1991

COSSIGA

ANDREOTTI, *Presidente del Consiglio dei Ministri*

BODRATO, *Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato*

Visto, *il Guardasigilli:* MARTELLI

Registrato alla Corte dei conti il 7 febbraio 1992

Atti di Governo, registro n. 85, foglio n. 4

NOTE

AVVERTENZA:

Il testo delle note qui pubblicato è stato redatto ai sensi dell'art. 10, comma 3, del testo unico delle disposizioni sulla promulgazione delle leggi, sull'emanazione dei decreti del Presidente della Repubblica e sulle pubblicazioni ufficiali della Repubblica italiana, approvato con decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 1985, n. 1092, al solo fine di facilitare la lettura delle disposizioni di legge alle quali è operato il rinvio. Restano invariati il valore e l'efficacia degli atti legislativi qui trascritti.

Note alle premesse:

— L'art. 87, comma quinto, della Costituzione, conferisce al Presidente della Repubblica il potere di promulgare le leggi e di emanare i decreti aventi valore di legge ed i regolamenti.

— Per il testo dell'art. 15 della legge n. 46/1990 si veda in nota all'art. 6.

— Il comma 1, lettera *b)*, dell'art. 17 della legge n. 400/1988 (Disciplina dell'attività di Governo e ordinamento della Presidenza del Consiglio dei Ministri) prevede che con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei Ministri, sentito il parere del Consiglio di Stato che deve pronunziarsi entro novanta giorni dalla richiesta, possano essere emanati regolamenti per l'attuazione e l'integrazione delle leggi e dei decreti legislativi recanti norme di principio, esclusi quelli relativi a materie riservate alla competenza regionale. Il comma 4 dello stesso articolo stabilisce che gli anzidetti regolamenti debbano recare la denominazione di «regolamento», siano adottati previo parere del Consiglio di Stato, sottoposti al visto ed alla registrazione della Corte dei conti e pubblicati nella *Gazzetta Ufficiale*.

Note all'art. 1:

— Si trascrive il testo dell'art. 1 della legge n. 46/1990:

«Art. 1 *(Ambito di applicazione)*. — 1. Sono soggetti all'applicazione della presente legge i seguenti impianti relativi agli edifici adibiti ad uso civile:

a) gli impianti di produzione, di trasporto, di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'energia fornita dall'ente distributore;

b) gli impianti radiotelevisivi ed elettronici in genere, le antenne e gli impianti di protezione da scariche atmosferiche;

c) gli impianti di riscaldamento e di climatizzazione azionali da fluido liquido, aeriforme, gassoso e di qualsiasi natura o specie;

d) gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore;

e) gli impianti per il trasporto e l'utilizzazione di gas allo stato liquido o aeriforme all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna del combustibile gassoso fornito dall'ente distributore;

f) gli impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili;

g) gli impianti di protezione antincendio.

2. Sono altresì soggetti all'applicazione della presente legge gli impianti di cui al comma 1, lettera *a)*, relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi».

— Il D.M. 4 ottobre 1982, reca: «Norme in materia di autorizzazione per l'installazione di impianti telefonici interni».

Nota all'art. 2:

— Si trascrive il testo dell'art. 3, comma 1, lettere *b)* e *c)*, della legge n. 46/1990:

«1. I requisiti tecnico-professionali di cui all'art. 2, comma 2, sono i seguenti:

a) (omissis);

b) oppure diploma di scuola secondaria superiore conseguito, con specializzazione relativa al settore delle attività di cui all'art. 2, comma 1, presso un istituto statale o legalmente riconosciuto, previo un periodo di inserimento, di almeno un anno continuativo, alle dirette dipendenze di una impresa del settore;

c) oppure titolo o attestato conseguito ai sensi della legislazione vigente in materia in formazione professionale, previo un periodo di inserimento, di almeno due anni consecutivi, alle dirette dipendenze di una impresa del settore;».

Nota all'art. 3:

— Si trascrive il testo degli articoli 4 e 5, comma 1, della legge n. 46/1990 (per il testo dell'art. 1 si veda in nota all'art. 1):

«Art. 4 *(Accertamento dei requisiti tecnico-professionali)*. — 1. L'accertamento dei requisiti tecnico-professionali è espletato per le imprese artigiane dalle commissioni provinciali per l'artigianato. Per tutte le altre imprese è espletato da una commissione nominata dalla giunta della camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura e composta da un minimo di cinque ad un massimo di nove membri dei quali un membro in rappresentanza degli ordini professionali, un membro in rappresentanza dei collegi professionali, un membro in rappresentanza degli enti erogatori di energia elettrica e di gas ed i restanti membri designati dalle organizzazioni delle categorie più rappresentative a livello nazionale degli esercenti le attività disciplinate dalla presente legge; la commissione è presieduta da un docente universitario di ruolo di materia tecnica o da un docente di istituto tecnico industriale di ruolo di materia tecnica.

2. Le imprese, alle quali siano stati riconosciuti i requisiti tecnico-professionali, hanno diritto ad un certificato di riconoscimento, secondo i criteri stabiliti dal regolamento di attuazione di cui all'art. 15».

«Art. 5 *(Riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali)*, comma 1. — Hanno diritto ad ottenere il riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali, previa domanda da presentare entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, alla commissione provinciale per l'artigianato, coloro che dimostrino di essere iscritti, alla medesima data, da almeno un anno nell'albo provinciale delle imprese artigiane di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443, come imprese installatrici o di manutenzione degli impianti di cui all'art. 1».

Nota all'art. 4:

— Per il testo dell'art. 1 della legge n. 46/1990 si veda in nota all'art. 1.

Note all'art. 5:

— La legge n. 791/1977 reca: «Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione».

— Il D.M. 13 giugno 1989, reca: «Liste degli organismi e dei modelli di marchi di conformità, pubblicazione della lista riassuntiva di norme armonizzate, unitamente al recepimento ed alla pubblicazione di ulteriori (5° gruppo) testi italiani di norme CEI, in applicazione della legge 18 ottobre 1977, n. 791, sull'attuazione della direttiva n. 73/23/CEE, relativa alla garanzia di sicurezza del materiale elettrico».

— La direttiva n. 83/189/CEE che prevede una procedura d'informazione nel settore delle norme e delle regolamentazioni tecniche è stata pubblicata nella Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee L 109 del 26 aprile 1983.

— Si trascrive l'art. 7, comma 2, della legge n. 46/1990: «2. In particolare gli impianti elettrici devono essere dotati di impianti di messa a terra e di interruttori differenziali ad alta sensibilità o di altri sistemi di protezione equivalenti».

— Il D.P.C.M. 31 marzo 1989, reca: «Applicazione dell'art. 12 del D.P.R. 17 maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali».

Nota all'art. 6:

— Si trascrive il testo degli articoli 7, 8 e 15 della legge n. 46/1990:

«Art. 7 *(Installazione degli impianti)*. — 1. Le imprese installatrici sono tenute ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiali parimenti costruiti a regola d'arte. I materiali ed i componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), nonché nel rispetto di quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia, si considerano costruiti a regola d'arte.

2. In particolare gli impianti elettrici devono essere dotati di impianti di messa a terra e di interruttori differenziali ad alta sensibilità o di altri sistemi di protezione equivalenti.

3. Tutti gli impianti realizzati alla data di entrata in vigore della presente legge devono essere adeguati, entro tre anni da tale data, a quanto previsto dal presente articolo».

«Art. 8 *(Finanziamento dell'attività di normazione tecnica)*. — 1. Il 3 per cento del contributo dovuto annualmente dall'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro (INAIL) per l'attività di ricerca di cui all'art. 3, terzo comma, del decreto-legge 30 giugno 1982, n. 390, convertito, con modificazioni, dalla legge 12 agosto 1982, n. 597, è destinato all'attività di normazione tecnica, di cui all'art. 7 della presente legge, svolta dall'UNI e dal CEI.

2. La somma di cui al comma 1, calcolata sull'ammontare del contributo versato dall'INAIL nel corso dell'anno precedente, è iscritta a carico del capitolo 3030 dello stato di previsione della spesa del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato per il 1990 e a carico delle proiezioni del corrispondente capitolo per gli anni seguenti».

«Art. 15 *(Regolamento di attuazione)*. — 1. Entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge è emanato, con le procedure di cui all'art. 17 della legge 23 agosto 1988, n. 400, il regolamento di attuazione. Nel regolamento di attuazione sono precisati i limiti per i quali risulti obbligatoria la redazione del progetto di cui all'art. 6 e sono definiti i criteri e le modalità di redazione del progetto stesso in relazione al grado di complessità tecnica dell'installazione degli impianti, tenuto conto dell'evoluzione tecnologica, per fini di prevenzione e di sicurezza.

2. Presso il Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato è istituita una commissione permanente, presieduta dal direttore generale della competente Direzione generale del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, o da un suo delegato, e composta da sei rappresentanti designati dalle organizzazioni sindacali maggiormente rappresentative delle categorie imprenditoriali e artigiane interessate, da sei rappresentanti delle professioni designati paritetica-mente dai rispettivi consigli nazionali e da due rappresentanti degli enti erogatori di energia elettrica e di gas.

3. La commissione permanente di cui al comma 2 collabora ad indagini e studi sull'evoluzione tecnologica del comparto».

Nota all'art. 8:

— Si trascrive il testo dell'art. 5 della legge n. 1415/1942 (Impianto ed esercizio di ascensori e di montacarichi in servizio privato):

«Art. 5. — Il proprietario è tenuto ad affidare la manutenzione di tutto il sistema dell'ascensore o del montacarichi a persona munita di certificato di abilitazione o a ditta specializzata, la quale deve provvedere a mezzo di personale abilitato.

Il certificato di abilitazione è rilasciato dal prefetto, in seguito all'esito favorevole di una prova teorico-pratica, da sostenersi dinanzi ad apposita commissione esaminatrice, in conformità delle norme stabilite dal regolamento».

Note all'art. 9:

— Il testo dell'art. 14 della legge n. 46/1990 è il seguente:

«Art. 14 *(Verifiche)*. — 1. Per eseguire i collaudi, ove previsti, e per accertare la conformità degli impianti alle disposizioni della presente legge e della normativa vigente, i comuni, le unità sanitarie locali, i comandi provinciali dei vigili del fuoco e l'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro (ISPESL) hanno facoltà di avvalersi della collaborazione dei liberi professionisti, nell'ambito delle rispettive competenze, di cui all'art. 6, comma 1, secondo le modalità stabilite dal regolamento di attuazione di cui all'art. 15.

2. Il certificato di collaudo deve essere rilasciato entro tre mesi dalla presentazione della relativa richiesta».

— Per il testo dell'art. 1 della medesima legge n. 46/1990 si veda in nota all'art. 1.

Note all'art. 10:

— Il testo dell'art. 16, comma 1, della legge n. 46/1990, è il seguente: «1. Alla violazione di quanto previsto dall'art. 10 consegue, a carico del committente o del proprietario, secondo le modalità previste dal regolamento di attuazione di cui all'art. 15, una sanzione amministrativa da lire centomila a lire cinquecentomila. Alla violazione delle altre norme della presente legge consegue, secondo le modalità previste dal medesimo regolamento di attuazione, una sanzione amministrativa da lire un milione a lire dieci milioni».

— Per il testo dell'art. 4 della medesima legge n. 46/1990 si veda in nota all'art. 3.

92G0118

Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione
Progettazione, installazione e manutenzione

UNI 7129
Terza edizione - Dicembre 2001

Gas plants for domestic use fed by network distribution. Design, installation and maintenance

Classificazione ICS 91.140.40

Sommario

La norma prescrive i criteri per la progettazione, l'installazione, la messa in servizio e la manutenzione degli impianti domestici e similari per l'utilizzazione dei gas combustibili distribuiti per mezzo di canalizzazioni.
Essa si applica:
- alla costruzione ed ai rifacimenti di impianti o di parte di esse, comprendenti il complesso delle tubazioni e degli accessori che distribuiscono il gas a valle del contatore (impianti interni);
- nell'installazione di apparecchi aventi singola portata termica nominale non maggiore di 35 kW (circa 30 000 kcal/h);
- alla ventilazione dei locali in cui detti apparecchi sono installati;
- all'evacuazione dei prodotti della combustione.

Relazioni nazionali

La presente norma costituisce la UNI 7129:1992 e relativi aggiornamenti A1:1995 e A2:1997.

Organo competente

CIG - Comitato Italiano Gas

Ratifica

Presidente dell'UNI, delibera del 7 novembre 2001

Premessa

La presente norma è stata elaborata dal CIG, ente federato all'UNI.
La presente edizione rappresenta un "testo coordinato" della UNI 7129, in quanto:
- contiene l'aggiornamento A1 del 1995 e l'aggiornamento A2 del 1997;
- contiene ulteriori nuove modifiche in merito a cui la Commissione Centrale Tecnica ha dato la sua approvazione il 23 novembre 2000, che riguardano sia alcuni dettagli di esecuzione dell'impianto sia, e soprattutto, i prodotti e i componenti da utilizzare per la sua realizzazione, a fronte di nuove norme europee di recente emanazione, ad essi relative.

Le varianti introdotte si riferiscono principalmente ai seguenti punti, a cui si rimanda per l'acquisizione delle varianti stesse:
- punto 0 "Introduzione" (introdotto ex novo);
- punto 2 "Riferimenti normativi";
- punto 3.2.1 e relativi sottopunti;
- punto 3.2.2 e relativi sottopunti;
- punto 3.3.1.2 e 3.3.2.3
- punto 3.3.3.1, 3.3.3.3 e 3.3.4.3;
- punto 3.5, 3.5.1.2, 3.5.1.3, 3.5.1.5, 3.5.1.7 e 3.5.2.2;
- punto 3.6.2;
- punto 5.3.2, 3.5.2.1,
- punto 5.3.4.3;
- punto 5.4.2.3;
- appendice D "Bibliografia" (introdotta ex novo).

Sono state inoltre apportate alcune modifiche editoriali nel testo della norma.
La presente edizione non rappresenta una revisione globale della UNI 7129, ma un suo aggiornamento limitatamente a quanto sopra segnalato.

0 Introduzione

Nell'ambito dell'attività normativa europea non esiste, attualmente, una norma di sistema che sviluppa in modo organico le varie problematiche degli impianti a gas per uso domestico, come intesi dalla presente norma.
Di recente è stata emanata una norma europea, recepita dall'UNI, tradotta e pubblicata in lingua italiana, che definisce i principi generali comuni per le tubazioni di impianti a gas negli edifici e precisamente la UNI EN 1775 "Trasporto e distribuzione di gas - Tubazioni di gas negli edifici - Pressione massima di esercizio ≤ 5 bar - Raccomandazioni funzionali".
Tale norma europea, in relazione alle strategie normative europee di settore, è di riferimento per le regolamentazioni tecniche dei vari Paesi membri del CEN (Comitato Europeo di Normazione), in sintonia però con le realtà normative già esistenti a livello nazionale locale, anche a fronte di particolari regolamentazioni vigenti sul loro territorio.
Nel caso specifico, la UNI EN 1775 non sostituisce le analoghe prescrizioni della UNI 7129, che risulta più dettagliata e rappresenta il riferimento normativo per l'attuazione dei criteri e delle procedure previsti dalla legislazione nazionale vigente in materia di sicurezza[1)].

1 Scopo e campo di applicazione[2)]

La presente norma prescrive i criteri per la progettazione, l'installazione, la messa in servizio e la manutenzione degli impianti domestici e similari per l'utilizzazione dei gas combustibili distribuiti per mezzo di canalizzazioni.
Essa si applica:
a) alla costruzione ed ai rifacimenti di impianti o di parte di essi, comprendenti il complesso delle tubazioni e degli accessori che distribuiscono il gas a valle del contatore (impianti interni);
b) all'installazione di apparecchi aventi singola portata termica nominale non maggiore di 35 kW (~ 30 000 kcal/h);
c) alla ventilazione dei locali in cui detti apparecchi sono installati;
d) all'evacuazione dei prodotti della combustione.

Nota 1 La progettazione e l'installazione, la messa in servizio e la manutenzione degli impianti oggetto della presente norma devono essere eseguite da personale qualificato.

Nota 2 Per gli impianti con apparecchi di portata termica nominale maggiore di 35 kW, sono applicabili le disposizioni legislative e regolamentari vigenti, nonché le norme UNI esistenti sull'argomento.

2 Riferimenti normativi

UNI 7140	Apparecchi a gas per uso domestico - Tubi flessibili non metallici per allacciamento
UNI 7141	Apparecchi a gas per uso domestico - Portagomma e fascette
UNI 8849	Raccordi di polietilene (PE 50), saldabili per fusione mediante elementi riscaldanti, per condotte per convogliamento di gas combustibili - Tipi, dimensioni e requisiti
UNI 8850	Raccordi di polietilene (PE 50) saldabili per elettrofusione per condotte interrate per convogliamento di gas combustibili - Tipi, dimensioni e requisiti
UNI 8863	Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7-1
UNI 9099	Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse - Rivestimento esterno in polietilene applicato per estrusione
UNI 9165	Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar - Progettazioni, costruzioni e collaudi
UNI 9177	Classificazione di reazione al fuoco dei materiali combustibili
UNI 9264	Prodotti finiti di elastomeri - Guarnizioni di tenuta ad anello per condotte di gas e loro accessori - Requisiti e prove
UNI 9731	Camini - Classificazione in base alla resistenza termica - Misure e prove
UNI 9891	Tubi flessibili di acciaio inossidabile a parete continua per allacciamento di apparecchi a gas di uso domestico e similare
UNI 10191	Prodotti tubolari di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse - Rivestimento esterno di polietilene applicato per fusione
UNI 10284	Giunti isolanti monoblocco - 10 ≤ DN ≤ 80 - PN 10
UNI 10285	Giunti isolanti monoblocco - 80 ≤ DN ≤ 600 - PN 16

1) Alla data di pubblicazione della presente norma, sono in vigore:
Legge 6 dicembre 1971, n° 1083 "Norme per la sicurezza dell'impianto del gas combustibile",
Legge 5 marzo 1990, n° 46 "Norme per la sicurezza degli impianti".
2) Per i termini e le definizioni vedere UNI 7128.

UNI 10389	Generatori di calore - Misurazione in opera del rendimento di combustione
UNI 10520	Saldatura di materie plastiche - Saldatura ed elementi termini per contatto - Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione
UNI 10521	Saldatura di materie plastiche - Saldatura per elettrofusione - Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione
UNI 10582	Prodotti di gomma - Guarnizioni di tenuta di gomma vulcanizzata per tubi flessibili di allacciamento di apparecchi a gas per uso domestico - Requisiti
UNI 10640	Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale - Progettazione e verifica
UNI 10641	Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione - Progettazione e verifica
UNI 10642	Apparecchi a gas - Classificazione in funzione del metodo di prelievo dell'aria comburente e di scarico dei prodotti di combustione
UNI 10823	**Rame e leghe di rame - Tubi di rame rivestiti per l'applicazione gas in zone di interramento - Rivestimento esterno di materiali plastici applicato per estrusione**
UNI EN 26	Apparecchi a gas per la produzione istantanea di acqua calda per uso sanitario equipaggiati con bruciatore atmosferico
UNI EN 331	Rubinetti a sfera ed a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici
UNI EN 449	Prescrizioni per apparecchi funzionanti esclusivamente a GPL - Apparecchi di riscaldamento domestici non raccordabili a condotto di scarico dei fumi (compresi gli apparecchi di riscaldamento a combustione catalitica diffusa)
UNI EN 751-	Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1ª, 2ª e 3ª famiglia e con acqua calda - Composti di tenuta anaerobici
UNI EN 751-2	Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1ª, 2ª e 3ª famiglia e con acqua calda - Composti di tenuta non indurenti
UNI EN 751-3	Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della della 1ª, 2ª e 3ª famiglia e con acqua calda - Nastri di PTFE non sinterizzato
UNI EN 1057	**Rame e leghe di rame - Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento**
UNI EN 1254-1	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare
UNI EN 1254-2	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione
UNI EN 1254-4	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione
UNI EN 1254-5	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare
UNI EN 1443	Camini - Requisiti generali
UNI EN 1775	Trasporto e distribuzione di gas - Tubazioni di gas negli edifici - Pressione massima di esercizio ≤ 5 bar - Raccomandazioni funzionali
UNI EN 10208-1	Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi della classe di prescrizione A
UNI EN 10240	Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici
UNI EN 10242	Raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile
UNI EN 29453	Leghe per brasatura dolce - Composizione chimica
UNI EN ISO 3677	Metallo di apporto per brasatura dolce, brasatura forte e saldobrasatura - Designazione
UNI EN ISO 4063	Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli - Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni
UNI ISO 7-1	Filettature di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto - Designazione, dimensioni e tolleranze
UNI ISO 50	Tubazioni - Manicotti di acciaio, filettati secondo UNI ISO 7-1
UNI ISO 228-1	Filettature di tubazioni per accoppiamento non a tenuta sul filetto - Designazione, dimensioni e tolleranze
UNI ISO 4437	Tubi di polietilene (PE) per condotte interrate per distribuzione di gas combustibili - Serie metrica - Specifica
UNI ISO 5256	Tubi ed accessori di acciaio impiegati per tubazioni interrate o immerse - Rivestimento esterno e interno a base di bitume o di catrame
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI EN 60335-2-31 + A1	Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare - Parte II - Norme particolari per le cappe da cucina
EN 89	Gas-fired storage water heaters for the production of domestic hot water
UNI 613	Indipendent gas-fired convection heaters
EN 10241	Steel threaded pipe fittings
EN 10253-1	Butt-welding pipe fittings - -Wrough carbon steel for general use and without specific inspection requirements

3.1 Dimensionamento dell'impianto

3.1.1 Generalità

Le sezioni delle tubazioni costituenti l'impianto (vedere appendice A) devono essere tali da garantire una fornitura di gas sufficiente a coprire la massima richiesta, limitando la perdita di pressione fra il contatore e qualsiasi apparecchio di utilizzazione a valori non maggiori di:
- 0,5 mbar per i gas della 1ª famiglia (gas manifatturato);
- 1,0 mbar per i gas della 2ª famiglia (gas naturale);
- 2,0 mbar per i gas della 3ª famiglia (GPL).

Qualora a monte del contatore sia installato un regolatore di pressione, si ammettono perdite di pressione doppie di quelle sopra riportate.

3.1.2 Determinazione della portata in volume

La portata di gas necessaria per alimentare ogni apparecchio deve essere rivelata in base alle indicazioni fornite dal costruttore. Qualora non fosse disponibile questo dato, la portata in volume (in m^3/h) deve essere calcolata dividendo la portata termica nominale Q_n (in kW) dell'apparecchio per il:
- potere calorifico superiore del gas H_s (in kJ/m^3) nel caso di apparecchi di cottura;
- potere calorifico inferiore del gas H_i (in kJ/m^3) nel caso di tutti gli altri apparecchi e moltiplicando per 3600 (vedere appendice A).

3.2 Materiali

3.2.1 Tubazioni

Le tubazioni che costituiscono la parte fissa degli impianti possono essere di:
- acciaio;
- rame;
- polietilene.

3.2.1.1 Tubi di acciaio

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle prescritte dalla UNI 8863, serie leggera. Nel prospetto 1 sono riportati i diametri e gli spessori dei tubi per le portate termiche considerate nel campo di applicazione della presente norme.

prospetto 1

Tubi di acciaio - Diametri e spessori

Diametro esterno De mm									
	17,2	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9
Spessore *S* mm									
	2,0	2,3	2,3	2,9	2,9	2,9	3,2	3,2	3,6
Diametro interno *D*i mm									
	13,2	16,7	22,3	27,9	36,6	42,5	53,9	69,7	81,7

Per le tubazioni di acciaio con saldatura longitudinale, se interrate, occorre prevedere tubi aventi caratteristiche uguali a quelle dei tubi usati per pressione massima di esercizio $p \leq 5$ bar (UNI EN 10208-1).

Tubi di rame

I tubi di rame devono avere le caratteristiche prescritte dalla UNI EN 1057.
Per i diametri di uso corrente, gli spessori minimi da impiegare sono indicati nel prospetto 2. Per diametri maggiori non riportati nel prospetto 2, si deve adottare lo spessore massimo previsto dalla UNI EN 1057.

prospetto 2
Tubi di rame - Diametri e spessori

Diametro esterno *De* mm										
	12,0	**14,0**	**15,0**	**16,0**	**18,0**	**22,0**	**28,0**	**35,0**	**42,0**	**54,0**
Spessore *S* mm										
	1,0	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**2,0**
Diametro interno *Di* mm										
	10,0	**12,0**	**13,0**	**14,0**	**16,0**	**19,0**	**25,0**	**32,0**	**39,0**	**50,0**

3.2.1.3 Tubi di polietilene

I tubi polietilene, da impiegare unicamente per le tubazioni interrate, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle prescritte dalla UNI ISO 4437, serie S 8,3, con spessore minimo di 3 mm. Nel prospetto 3 sono riportati i diametri e gli spessori dei tubi per le portare termiche considerate nel campo di applicazione della presente norma.

prospetto 3
Tubi di polietilene - Diametri e spessori

Diametro esterno *De* mm									
	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	75,0	90,0	110,0
Spessore *S* mm									
	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,6	4,3	5,2	6,3
Diametro interno *Di* mm									
	14,0	19,0	26,0	34,0	44,0	55,8	66,4	79,6	97,4

3.2.2 Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, rubinetti

3.2.2.1 Per tubi di acciaio

Le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettatura conforme alla UNI ISO 7-1, o a mezzo saldatura di testa per fusione.
Per la tenuta delle giunzioni filettate possono essere impiegati specifici composti di tenuta non indurenti (UNI EN 751-1), eventualmente accompagnati da fibra di supporto specificata dal produttore (canapa, lino, fibra sintetica, ecc.) o nastri di fibra sintetica non tessuta impregnati di composto di tenuta (UNI EN 751-2). Possono essere impiegati anche nastri di PTFE non sintetizzato, conformi alla UNI EN 751-3.

È vietato l'uso di fibre di canapa su filettature di tubazioni convoglianti GPL o miscele GPL o miscele GPL aria.
È escluso in ogni caso l'uso di biacca, minio e materiali simili.
Tutti i raccordi ed i pezzi speciali devono essere di acciaio oppure di ghisa malleabile; i raccordi di acciaio devono avere estremità filettate (UNI ISO 50, EN 10241) o saldate (EN 10253-1), i raccordi di ghisa malleabile devono avere estremità unicamente filettate (UNI EN 10242).
I rubinetti per installazione fuori terra (compresi i casi in pozzetti e scatole ispezionabili, installazioni a vista) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla UNI EN 331; essi devono risultare di facile manovra e manutenzione. Le posizioni di aperto/chiuso devono essere chiaramente rivelabili.

3.2.2.2 Per tubi di rame

Le giunzioni dei tubi di rame possono essere realizzate mediante giunzione capillare con brasatura dolce o forte (UNI EN ISO 4063), per mezzo di raccordi conformi alla UNI EN 1254-1 ed esclusivamente mediante brasatura forte per mezzo di raccordi conformi alla UNI EN 1254-5
Le giunzioni dei tubi di rame possono essere realizzate anche con giunzione meccanica per mezzo di raccordi a compressione smontabili conformi alla UNI EN 1254-2, tenendo presente che le giunzioni meccaniche non devono essere impiegate nelle tubazioni interrate.
I raccordi ed i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo.
Le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio ed anche quelle per il collegamento di rubinetti, di raccordi di portagomma ed altri accessori, devono essere realizzate con raccordi misti (a giunzione capillare o meccanici sul lato tubo di rame e filettati sull'altro lato) secondo la UNI EN 1254-4.
Le leghe per brasatura dolce devono essere conformi alla UNI EN 29453 e le leghe per brasatura forte devono essere conformi alla UNI EN ISO 3677.
I rubinetti per installazione fuori terra (installazione a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla UNI EN 331 e con le medesime caratteristiche di cui in 3.2.2.1.

3.2.2.3 Per tubi di polietilene

I raccordi ed i pezzi speciali delle tubazioni di polietilene devono essere anch'essi di polietilene (secondo le UNI 8849 e UNI 8850); le giunzioni possono essere realizzate mediante saldatura per elettrofusione secondo la UNI 10521 o in alternativa, mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi riscaldanti, secondo la UNI 10520.
Le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante un raccordo speciale polietilene-metallo, avente estremità idonee per saldatura sul lato polietilene e per giunzione filettata o saldata sul lato metallo. In nessun caso tale raccordo speciale può sostituire il giunto dielettrico.
I rubinetti per i tubi di polietilene possono avere, in alternativa, il corpo di polietilene[3)], o il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio, sempre con le medesime caratteristiche di cui in 3.2.2.1.

3.3 Impianti

3.3.1 Posa in opera - Generalità

3.3.1.1 È vietato installare impianti per gas aventi densità relativa maggiore di 0,80, in locali con pavimento al di sotto del piano di campagna.

3.3.1.2 Le tubazioni possono essere collocate in vista, sotto traccia ed interrate. In ogni caso nella posa delle tubazioni non è consentito l'uso di gesso o materiali similari. Devono inoltre essere osservate le prescrizioni di seguito riportate.

3.3.1.3 È consentito l'attraversamento di intercapedini chiuse purché la tubazione, nell'attraversamento, non abbia giunzioni di nessun tipo (saldate, filettate o meccaniche) e sia collocata all'interno di un tubo guaina passante di acciaio, avente diametro interno di almeno 10 mm maggiore del diametro esterno della tubazione gas e spessore non minore di 2 mm, con l'estremità verso l'esterno della tubazione gas e spessore non minore di 2 mm, con l'estremità verso l'esterno dell'edificio aperta e quella verso l'interno sigillata.
È consentito il solo attraversamento di vani o ambienti classificati con pericolo d'incendio (per esempio rimesse, garage, box, magazzini di materiali combustibili, ecc.), purché la tubazione abbia solo giunzioni per saldatura di testa e sia

3) Sull'argomento, in ambito CEN, è attualmente allo studio il progetto di norma prEN 1555-4 "Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels - Polyethylene (PE) - Valves".

protetta con materiali aventi classe 0 di reazione al fuoco (UNI 9177). La protezione di cui sopra può essere realizzata, nel caso di tubazione in vista, mediante un tubo guaina metallico passante, avente diametro interno di almeno 10 mm maggiore del diametro esterno della tubazione gas e spessore non minore di 2 mm, oppure, nel caso di tubazioni sotto traccia, mediante posa secondo le prescrizioni di cui in 3.3.3.

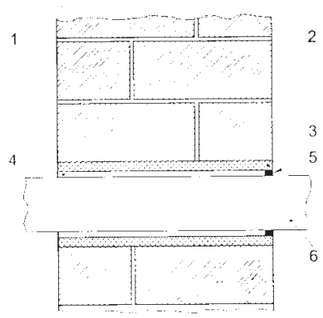
3.3.1.4 Nell'attraversamento di muri pieni, muri di mattoni forati e pannelli prefabbricati, la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve essere protetta con tubo guaina passante murato con malta di cemento.

Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra tubo guaina e tubazione gas deve essere sigillata con materiali non indurenti (per esempio asfalto, cemento plastico e simili) in corrispondenza della parte interna del locale (vedere figura 1).

Nell'attraversamento di solette (pavimenti o soffitti) la tubazione gas deve essere infilata in un tubo guaina sporgente almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra la tubazione gas e il tubo guaina deve essere sigillata con materiali non indurenti (per esempio asfalto, cemento plastico e simili). In ogni caso, nella posa delle tubazioni non è consentito il contatto con gesso o materiali similari (vedere figura 2).

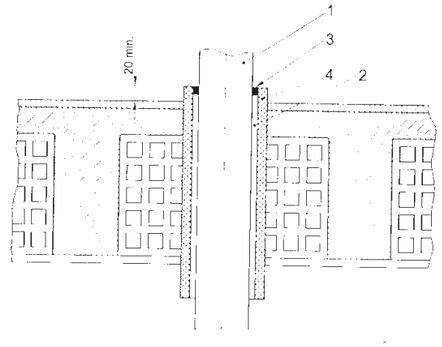
I tubi guaina di cui al presente punto possono essere costituiti da tubi metallici o da tubi di plastica non propaganti la fiamma idonei alla posa entro murature (vedere appendice D), aventi diametro interno maggiore di almeno 10 mm del diametro esterno della tubazione gas.

figura 1 - Attraversamento di muri perimetrali esterni



Legenda
1 Atmosfera esterna
2 Ambiente interno
3 Tubo guaina
4 Intercapedine
5 Sigillatura
6 Tubazione gas

figura 2 - Attraversamento di solette (pavimenti o soffitti)



Legenda
1 Tubazione gas
2 Intercapedine
3 Sigillatura
4 Tubo guaina
Dimensioni in mm

3.3.1.5 Non è ammessa la posa in opera delle tubazioni gas a contatto con tubazioni dell'acqua; per i parallelismi e gli incroci la tubazione gas, se in posizione sottostante, deve essere protetta con idoneo tubo guaina impermeabile, di materiale incombustibile o non propagante la fiamma.

È vietato l'uso delle tubazioni gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione impianti e apparecchiature elettriche (CEI 64-8), telefono compreso.

È inoltre vietata la collocazione delle tubazioni gas nelle canne fumarie, nei condotti per lo scarico delle immondizie, nei vani per ascensori o in vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici e telefonici e nei giunti di dilatazione e giunti sismici degli edifici.

3.3.1.6 È ammessa la curvatura a freddo dei tubi di acciaio con o senza saldatura e dei tubi di rame, purché l'angolo compreso fra i due tratti di tubo sia uguale o maggiore di 90° ed il raggio di curvatura, misurato sull'asse dei tubi, non sia minore di:

- 10 volte il diametro per De ≤ 60,3 mm;
- 38 volte il diametro per De ≤ 60,3 mm.

Nel caso di tubazioni di polietilene sono ammessi cambiamenti di direzione utilizzando le caratteristiche di flessibilità del tubo, purché il raggio di curvatura non sia minore di 20 volte il diametro del tubo stesso.

3.3.1.7 A monte di ogni derivazione di apparecchio di utilizzazione e cioè a monte di ogni tubo flessibile o rigido di collegamento fra l'apparecchio e l'impianto interno, deve sempre essere inserito un rubinetto di intercettazione, posto in posizione visibile e facilmente accessibile. Se il contatore è situato all'esterno dell'abitazione bisogna anche inserire un analogo rubinetto immediatamente all'interno dell'alloggio, in posizione facilmente accessibile. Da quanto sopra sono peraltro esclusi i casi in cui i contatori sono installati in un balcone facente parte dell'appartamento.

3.3.1.8 I punti terminali dell'impianto, compresi quelli ai quali è previsto il successivo allacciamento degli apparecchi di utilizzazione, devono essere chiusi a tenuta con tappi filettati o sistemi equivalenti.

3.3.1.9 È vietato utilizzare tubi, rubinetti, accessori, ecc., rimossi da altro impianto.

3.3.2 Tubazioni in vista

3.3.2.1 Le tubazioni in vista installate nei locali ventilabili, qualora richiedano giunzioni, queste devono essere saldate o filettate; nei locali non ventilabili, cioè privi di aperture rivolte verso l'esterno, le giunzioni devono essere unicamente saldate.

3.3.2.2 Le tubazioni in vista devono avere andamento rettilineo verticale ed orizzontale ed essere opportunamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni ed oscillazioni.

Gli elementi di ancoraggio devono essere distanti l'uno dall'altro non più di 2,5 m per i diametri di tubazione sino a 33,7 mm e di 3,0 m per i diametri maggiori.

3.3.2.3 Le tubazioni in vista devono essere collocate in posizione tale da non subire urti e danneggiamenti e, ove necessario, adeguatamente protette. Inoltre devono essere protette contro la corrosione mediante appositi rivestimenti idonei al luogo di installazione, quale zincatura (UNI EN 10240) o verniciatura.

3.3.3 Tubazioni sotto traccia

Le tubazioni sotto traccia possono essere installate nelle strutture in muratura (nei pavimenti, nelle pareti perimetrali, nelle tramezze fisse, nel solaio), purché vengano posate con andamento rettilineo verticale ed orizzontale e siano rispettate le seguenti condizioni.

3.3.2.1 Le tubazioni sotto traccia devono essere posate ad una distanza non maggiore di 200 mm dagli spigoli paralleli alla tubazione (vedere figura 3) e con elementi atti a permetterne l'individuazione del percorso (anche disegni), ad eccezione dei tratti terminali per l'allacciamento degli apparecchi, tratti che devono peraltro avere la minore lunghezza possibile.

Nel caso di posa sottotraccia entro la fascia di 200 mm, ubicata nella zona più bassa di una parete, è preferibile collocare la tubazione nella metà superiore di tale fascia, per evitare i possibili danneggiamenti causati da interventi successivi, quali, per esempio, la posa di battiscopa, ecc.

Nel caso la tubazione venga collocata entro la metà inferiore di tale fascia (che si estende fino a 100 mm sopra il pavimento), è necessaria una segnalazione esterna che individui in modo chiaro, visibile e permanente la posizione della tubazione gas.

Nel caso di posa entro parete che contenga cavità (mattoni forati o simili, ecc.) è necessario adottare, in aggiunta, le prescrizioni di cui in 3.3.1.4.

3.3.3.2 L'intera tubazione sotto traccia deve essere annegata in malta di cemento (1:3) di spessore non minore di 20 mm, operando come segue:

- realizzata la traccia, si procede alla stesura di uno strato di almeno 20 mm di malta di cemento, sul quale va collocata la tubazione;

- dopo la prova di tenuta dell'impianto (vedere 3.4), la tubazione deve essere completamente annegata in malta di cemento.

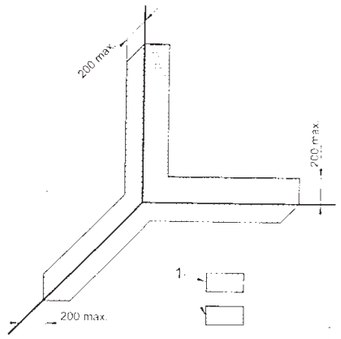
3.3.3.3 I rubinetti, le giunzioni filettate e le giunzioni meccaniche, devono essere a vista o inserite in apposite scatole ispezionabili non a tenuta verso l'esterno. Per i locali non ventilati devono essere comunque rispettate le condizioni di cui in 3.3.2.1.

3.3.3.4 Le tubazioni sotto traccia non possono essere installate sulle pareti esterne dei muri perimetrali e nelle intercapedini comunque realizzate.

3.3.3.5 Può essere evitata la formazione della traccia solo per le tubazioni a pavimento, sempre che le stesse siano poggiate

direttamente sulla caldana del solaio e ricoperte con almeno 20 mm di malta di cemento.

figura 3 - Zone da utilizzare per la posa sottotraccia di tubazioni gas



Legenda
1 Zona da utilizzare
Dimensioni in mm

3.3.4 Tubazioni interrate

3.3.4.1 Le tubazioni interrate devono avere sul loro percorso riferimenti esterni in numero sufficiente a consentirne, in ogni tempo, la completa individuazione quali, per esempio: targhe da fissare al muro, pilastrini da posare nel terreno sull'asse della tubazione, ecc.

3.3.4.2 Tutti i tratti di tubazioni di acciaio, devono essere provvisti di un adeguato rivestimento protettivo contro la corrosione, realizzato secondo le UNI ISO 5256 o UNI 9099 o UNI 10191 ed isolati mediante giunti isolanti monoblocco (secondo le UNI 10284 e UNI 10285), da collocarsi fuori terra in prossimità della risalita della tubazione.
Analogamente i tratti interrati di tubazione di rame devono avere rivestimento protettivo conforme alla UNI 10823.
I tratti di tubazione privi del rivestimento protettivo contro la corrosione, posti in corrispondenza di giunzioni, curve, pezzi speciali, ecc., devono essere, prima della posa, accuratamente fasciati con bende o nastri dichiarati idonei allo scopo dal produttore.

3.3.4.3 Le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm e ricoperte, per altri 100 mm, con sabbia dello stesso tipo. È inoltre necessario prevedere, ad almeno 300 sopra le tubazioni, la posa di nastro di avvertimento di colore giallo segnale (RAL 1003). Subito l'uscita fuori terra, la tubazione deve essere segnalata con il medesimo colore per almeno 70 mm.

3.3.4.4 La profondità di interramento della tubazione, misurata fra la generatrice superiore del tubo ed il livello del terreno, deve essere almeno pari a 600 mm.
Nei casi in cui detta profondità non possa essere rispettata, occorre prevedere una protezione della tubazione con tubi di acciaio, piastre di calcestruzzo, o con uno strato di mattoni pieni.

3.3.4.5 Le tubazioni interrate di polietilene devono essere collegate alle tubazioni metalliche prima della loro fuoriuscita dal terreno e prima, del loro ingresso nel fabbricato.

3.3.4.6 Nel caso di parallelismi, sovrappassi e sottopassi fra le tubazioni gas ed altre canalizzazioni preesistenti, la distanza minima, misurata fra le due superfici affacciate, deve essere tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi.

3.4 Prova di tenuta dell'impianto

Prima di mettere in servizio un impianto di distribuzione interna di gas, e, quindi, prima di collegarlo al contatore e che siano allacciati gli apparecchi, l'installatore deve provarne la tenuta.
Se qualche parte dell'impianto non è in vista, la prova di tenuta deve precedere la copertura della tubazione. La prova va effettuata con le seguenti modalità:
- si tappano provvisoriamente tutti i raccordi di alimentazione degli apparecchi ed il collegamento al contatore e si chiudono i relativi rubinetti;
- si immette nell'impianto aria o altro gas inerte, fino a che sia raggiunta una pressione di almeno 100 mbar;
- dopo il tempo di attesa necessario per stabilizzare la pressione (comunque dopo un tempo non minore di 15 min), si effettua una prima lettura della pressione, mediante un manometro ad acqua o apparecchio equivalente, di sensibilità minima di 0,1 mbar (1 mm H_2O);
- trascorsi 15 min dalla prima, si effettua una seconda lettura: fra le due letture non deve essere rivelata alcuna caduta di pressione.

Se si verificassero delle perdite, queste devono essere ricercate con l'ausilio di soluzione saponosa o prodotto equivalente, ed eliminate; le parti difettose devono essere sostituite e le guarnizioni rifatte.
È vietato riparare dette parti con mastici, ovvero cianfrinarle.
Eliminate le perdite, occorre ripetere la prova di tenuta dell'impianto fino ad ottenimento di risultato positivo.

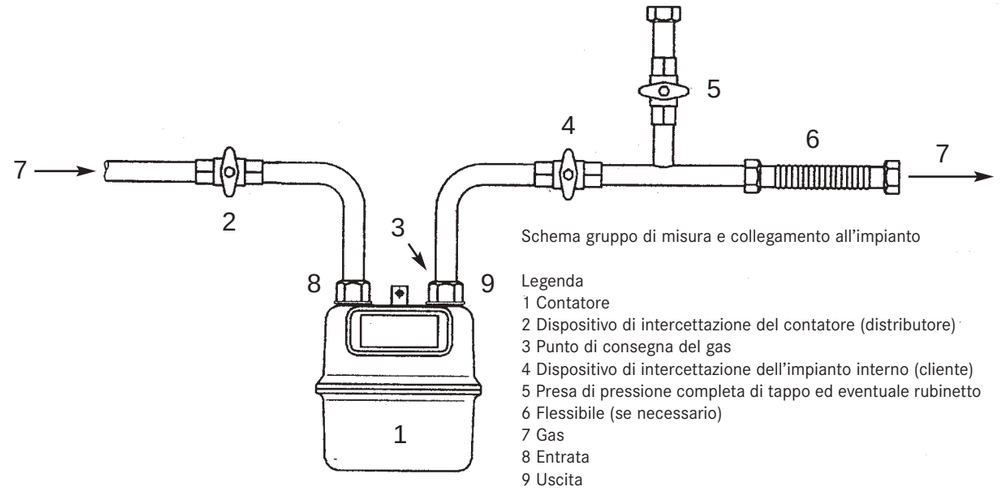
Impianti a gas per uso domestico
Impianti di adduzione gas per usi domestici alimentati da rete di distribuzione, da bombole e serbatoi fissi di GPL, realizzati con sistemi di giunzioni a raccordi a pressare
Progettazione, installazione e manutenzione

Scopo e campo di applicazione

La presente specifica tecnica fornisce i criteri per la progettazione e l'installazione delle tubazioni di rame e leghe di rame degli impianti domestici e similari realizzati con sistemi di raccordi a pressare idonei alla distribuzione dei gas combustibili.
La presente specifica tecnica si applica in accordo con le UNI 7129 e UNI 7131, relativamente alla progettazione, costruzione, collaudo ed ai rifacimenti di impianti o parte di essi, realizzati con sistemi di raccordi a pressare posti all'esterno degli edifici comprendenti il complesso delle tubazioni e degli accessori per la distribuzione del gas a valle del punto di consegna.
La presente specifica tecnica si applica agli impianti di adduzione gas di VII specie, della I, II e III famiglia, per usi domestici e similari alimentati da rete di distribuzione, da bombole e serbatoi fissi di GPL.
La progettazione, l'installazione ed il collaudo degli impianti oggetto della presente specifica tecnica devono essere eseguite da personale in possesso dei requisiti previsti dalle leggi e normative vigenti e di idonea capacità tecnica.
Per la ventilazione dei locali, l'installazione di apparecchi, l'evacuazione dei prodotti della combustione, la messa in esercizio e la manutenzione vedere UNI 7129 e UNI 7131.
La presente specifica tecnica non si applica agli impianti soggetti al DM 12 aprile 1996.

Impianti interni

Punto di consegna
Ai fini dell'applicazione della presente specifica tecnica, viene considerato punto di consegna del gas l'uscita del gruppo di misura.
Per impianti non alimentati da rete di distribuzione ma da serbatoi o bombole, si considera come punto di consegna il raccordo di collegamento alla bombola (bidone) o il dispositivo di intercettazione generale (rubinetto/contatore) ubicato dopo il riduttore di secondo salto del serbatoio.
Immediatamente a valle del gruppo di misura deve essere sempre inserito un dispositivo di intercettazione, una presa di pressione e, se necessario, un giunto elastico flessibile, atto ad eliminare eventuali tensioni sul contatore.
Il dispositivo d'intercettazione dell'impianto deve essere ubicato in posizione accessibile solo al cliente (per esempio vano del contatore). In caso contrario, deve essere utilizzato un dispositivo d'intercettazione che in caso di manovra di chiusura resti bloccato in tale posizione.
La presa di pressione deve essere ubicata e realizzata in modo da essere accessibile al cliente ed utilizzabile solo dagli addetti ai lavori (per esempio vano del contatore stesso); per esempio, la presa di pressione può essere preceduta da un dispositivo di intercettazione o incorporata nel dispositivo di intercettazione a valle del contatore.



Schema gruppo di misura e collegamento all'impianto

Legenda
1 Contatore
2 Dispositivo di intercettazione del contatore (distributore)
3 Punto di consegna del gas
4 Dispositivo di intercettazione dell'impianto interno (cliente)
5 Presa di pressione completa di tappo ed eventuale rubinetto
6 Flessibile (se necessario)
7 Gas
8 Entrata
9 Uscita

N. B.: I componenti 1, 2 e 3 costituiscono il gruppo di misura.

Tubi di rame
I tubi di rame devono avere le caratteristiche prescritte dalla UNI EN 1057.
Per i diametri di uso corrente, gli spessori minimi da impiegare sono indicati dalla UNI 7129.

Raccordi con terminali a pressare per tubi di rame
Le giunzioni dei tubi di rame possono essere realizzate mediante raccordi con terminali a pressare conformi alla UNI 11065.
Il processo di giunzione, i materiali e gli utensili impiegati devono essere quelli definiti dal fabbricante del sistema, con le indicazioni e le modalità previste sul libretto di istruzioni ed avvertenze messo specificatamente a corredo dello stesso.
I raccordi con i terminali a pressare non devono essere interrati o posti sottotraccia.
Prima di introdurre la tubazione nel raccordo a pressare deve essere accertata la presenza dell'elemento di tenuta nella propria sede.
Il raccordo stesso non deve essere utilizzato nel caso di mancanza dell'elemento di tenuta, di evidente danneggiamento dello stesso o del corpo del raccordo.
Le giunzioni miste, tubo di acciaio con tubo di rame ed anche quelle per il collegamento di rubinetti, di raccordi portagomma ed altri accessori e componenti devono essere realizzate mediante raccordi con terminali misti (filettati da un lato e pressati sull'altro lato).

Criteri generali di posa in opera delle tubazioni costituenti l'impianto di adduzione gas

Criteri generali
Le tubazioni del gas devono essere posate nelle parti esterne dell'edificio (per esempio cortili, pareti perimetrali, muri di cinta, ecc.).
Deve essere garantita una facile accessibilità per eventuali interventi di manutenzione.
Non è consentito l'uso di gesso o altri materiali metallici o non metallici (per esempio collari di fissaggio), che possano risultare corrosivi se posti a contatto con le tubazioni.
Non è consentita la posa delle tubazioni nei giunti di dilatazione (sismici) degli edifici.

Ubicazione delle tubazioni
Le tubazioni possono essere collocate:
- a vista;
- in canaletta;
- interrate.

Le tubazioni interrate con raccordi a pressare devono possedere i seguenti requisiti:
- i raccordi a pressare devono essere posti all'interno di un pozzetto ispezionabile ed accessibile;
- il gas combustibile deve avere una densità minore di 0,8;
- il pozzetto deve avere una dimensione tale da consentire una corretta manovrabilità della pinza.

Disposizioni pratiche per l'installazione dei sistemi con raccordi a pressare

Precauzioni generali
Le istruzioni per il montaggio e la posa in opera previste dal fabbricante del sistema e riportate sul libretto di istruzioni ed avvertenze devono essere sempre rispettate.
L'installatore deve sempre verificare la presenza della guarnizione di tenuta nella propria sede.
L'installatore deve fornire al cliente la dichiarazione rilasciata dal fabbricante del sistema a pressare comprovante la durabilità del sistema medesimo.
E' vietato:
- l'utilizzo di raccordi visibilmente danneggiati;
- l'utilizzo di utensili e/o ganasce diversi da quelli indicati dal fabbricante del sistema nel libretto di istruzioni ed avvertenze;
- l'utilizzo di tubi diversi da quelli indicati dal fabbricante del sistema nel libretto di istruzioni ed avvertenze;
- manomettere o sostituire la guarnizione di tenuta;
- utilizzare in impianti per adduzione gas i raccordi a pressare per acqua, facenti parte della Classe 1 (secondo UNI 11065);
- trasformare i raccordi a pressare esclusivamente per acqua, facenti parte della Classe 1 (secondo la UNI 11065), in raccordi a pressare per gas facenti parte della Classe 2 (secondo la UNI 11065).

Pulizia delle ganasce di pressatura
La superficie delle ganasce di pressatura, nella zona dove esse entrano in contatto con il raccordo a pressare, deve essere mantenuta pulita e priva di scorie metalliche, oltre che lubrificata. Tale pulizia deve essere periodicamente effettuata dall'installatore per mezzo di utensili idonei indicati dal fabbricante.

Manutenzione e revisione dell'utensile di pressatura e delle ganasce
Al fine di garantire l'efficienza nel tempo dell'utensile di pressatura e delle ganasce, l'installatore deve provvedere a far eseguire la manutenzione e la revisione periodica dell'attrezzatura, secondo le modalità previste dal fabbricante.

Estremità del tubo da inserire nel raccordo a pressare
Al fine di realizzare una corretta giunzione con raccordi a pressare, l'installatore deve controllare che l'estremità del tubo non presenti residui, bave taglienti e tagli non perpendicolari, a difesa dell'integrità della guarnizione di tenuta.

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 242 del 14 ottobre 1993 - Serie generale

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Giovedì, 14 ottobre 1993 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00198 ROMA - CENTRALINO 85081

N. 96

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 26 agosto 1993, n. 412.

Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

ALLEGATO *B*

ISOLAMENTO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DEL CALORE NEGLI IMPIANTI TERMICI

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla seguente tabella 1 in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40 °C.

TAB 1

Conduttività Termica utile dell'isolante (W/m °C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	> 100
0.030	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	15	23	31	39	44	48
0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.040	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	44	58	71	77	84

- Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 1, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella 1 stessa.
- I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,5.

- Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate nè all'esterno nè su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3.

- Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentazione sono fissati da norme tecniche UNI che verranno pubblicate entro il 31 ottobre 1993 e recepite dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato entro i successivi trenta giorni.

I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 1 per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

Spedizione in abbonamento postale (50%) - Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA **Roma - Sabato, 4 maggio 1996** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 85081

N. 74

MINISTERO DELL'INTERNO

DECRETO MINISTERIALE 12 aprile 1996.

Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.

SOMMARIO

MINISTERO DELL'INTERNO

DECRETO MINISTERIALE 12 aprile 1996. — *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi* . . . . . *Pag.* 5

ALLEGATO:

Titolo I: Generalità
- 1.1. Termini, definizioni e tolleranze dimensionali . . . . . » 7
- 1.2. Luoghi di installazione degli apparecchi a gas . . . . . » 9

Titolo II: Installazione all'aperto
- 2.1. Disposizioni comuni . . . . . » 9
- 2.2. Disposizioni particolari . . . . . » 9

Titolo III: Installazione in locali esterni . . . . . » 10

Titolo IV: Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito
- 4.1. Disposizioni comuni . . . . . » 10
- 4.2. Locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici ed ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore . . . . . » 12
- 4.3. Locali per forni da pane, lavaggio biancheria, altri laboratori artigiani e sterilizzazione » 14
- 4.4. Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie . . . . . » 15
- 4.5. Locali di installazione di generatori di aria calda a scambio diretto . . . . . » 16
- 4.6. Locali di installazione di moduli a tubi radianti . . . . . » 18
- 4.7. Installazione all'interno di serre . . . . . » 19

Titolo V: Impianto interno di adduzione del gas
- 5.1. Generalità . . . . . » 19
- 5.2. Materiali delle tubazioni . . . . . » 19
- 5.3. Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole . . . . . » 20
- 5.4. Posa in opera . . . . . » 21
- 5.5. Gruppo di misurazione . . . . . » 24
- 5.6. Prova di tenuta dell'impianto interno . . . . . » 24

Titolo VI: Disposizioni complementari
- 6.1. Impianto elettrico . . . . . » 25
- 6.2. Mezzi di estinzione degli incendi . . . . . » 26
- 6.3. Segnaletica di sicurezza . . . . . » 26
- 6.4. Esercizio e manutenzione . . . . . » 26

Titolo VII: Impianti esistenti . . . . . » 26

Tavole . . . . . » 27

DECRETI, DELIBERE E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DELL'INTERNO

DECRETO 12 aprile 1996.

Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.

IL MINISTRO DELL'INTERNO

Vista la legge 27 dicembre 1941, n. 1570;
Visto l'art. 1 della legge 13 maggio 1961, n. 469;
Visto l'art. 2 della legge 26 luglio 1965, n. 966;
Visto il decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547;
Vista la legge 6 dicembre 1971, n. 1083, norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile;
Visto il decreto del Presidente della Repubblica 29 luglio 1982, n. 577;
Vista la direttiva del Consiglio delle Comunità europee 90/396/CEE del 29 giugno 1990 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri in materia di apparecchi a gas;
Visto il decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626;
Rilevata la necessità di aggiornare le disposizioni di sicurezza antincendi per gli impianti di produzione calore alimentati a combustibile gassoso;
Vista la regola tecnica elaborata dal Comitato centrale tecnico scientifico per la prevenzione incendi di cui all'art. 10 del decreto del Presidente della Repubblica 29 luglio 1982, n. 577;
Visto l'art. 11 del citato decreto del Presidente della Repubblica 29 luglio 1982, n. 577;
Espletata la procedura di informazione prevista dalla legge 21 giugno 1986, n. 317;

Decreta:

Art. 1.
Campo di applicazione

1. Il presente decreto ha per scopo l'emanazione di disposizioni riguardanti la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei sottoelencati impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW (convenzionalmente tale valore è assunto corrispondente al valore di 30.000 kCal/h indicato nelle precedenti disposizioni), alimentati da combustibili gassosi alla pressione massima di 0,5 bar ed individua le misure di sicurezza per il raggiungimento degli obiettivi descritti nell'art. 2:

a) climatizzazione di edifici e ambienti;
b) produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore;
c) forni da pane e altri laboratori artigiani;
d) lavaggio biancheria e sterilizzazione;
e) cucine e lavaggio stoviglie.

Non sono oggetto del presente decreto gli impianti realizzati specificatamente per essere inseriti in cicli di lavorazione industriale, gli apparecchi di tipo A, le stufe catalitiche, i nastri radianti e gli inceneritori.

2. Più apparecchi termici alimentati a gas, di seguito denominati apparecchi, installati nello stesso locale o in locali direttamente comunicanti sono considerati come facenti parte di un unico impianto, di portata termica pari alla somma delle portate termiche dei singoli apparecchi. All'interno di una singola unità immobiliare adibita ad uso abitativo, ai fini del calcolo della portata termica complessiva, non concorrono gli apparecchi domestici di portata termica singola non superiore a 35 kW quali gli apparecchi di cottura alimenti, le stufe, i caminetti, i radiatori individuali, gli scaldacqua unifamiliari, gli scaldabagno ed i lavabiancheria.

3. Le disposizioni del presente decreto si applicano agli impianti di nuova realizzazione. Agli impianti esistenti alla data di emanazione del presente decreto si applicano le disposizioni di cui al Titolo VII dell'allegata regola tecnica.

Art. 2.
Obiettivi

Ai fini della prevenzione degli incendi ed allo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone, degli edifici e dei soccorritori, gli impianti di cui all'articolo precedente devono essere realizzati in modo da:

evitare accumuli pericolosi di combustibile gassoso nei luoghi di installazione e nei locali direttamente comunicanti con essi, nel caso di fuoriuscite accidentali del combustibile medesimo;

limitare, in caso di evento incidentale, danni alle persone;
limitare, in caso di evento incidentale, danni ai locali vicini a quelli contenenti gli impianti.

Art. 3.
Disposizioni tecniche

Ai fini del raggiungimento degli obiettivi descritti è approvata la regola tecnica di prevenzione incendi allegata al presente decreto.

Art. 4.
Sicurezza degli apparecchi e relativi dispositivi

1. Gli apparecchi a gas che rientrano nel campo di applicazione della direttiva 90/396/CEE del 29 giugno 1990 e i relativi dispositivi di sicurezza, regolazione e controllo, devono essere muniti rispettivamente di marcatura CE e di attestato di conformità ai sensi della citata direttiva.

2. Fino al 31 dicembre 1995 gli apparecchi e i dispositivi fabbricati in Italia, privi rispettivamente della marcatura CE e dell'attestato di conformità, devono rispondere alle prescrizioni della legislazione italiana vigente. Comunque tali apparecchi e dispositivi, immessi in commercio fino al 31 dicembre 1995 possono essere installati anche dopo tale data.

3. Gli apparecchi che non rientrano nel campo di applicazione della citata direttiva 90/396/CEE devono essere costruiti secondo le regole della buona tecnica ai fini della salvaguardia della sicurezza ed essere rispondenti alla vigente legislazione in materia. In ogni caso tali apparecchi dovranno essere dotati di dispositivi di sicurezza, di regolazione e controllo, muniti di attestato di conformità ai sensi della direttiva stessa.

Art. 5.
Commercializzazione CEE

1. I prodotti legalmente riconosciuti in uno dei Paesi dell'Unione europea sulla base di norme armonizzate o di norme o regole tecniche straniere riconosciute equivalenti, ovvero originari di Paesi contraenti l'accordo SEE, possono essere commercializzati in Italia per essere impiegati nel campo di applicazione disciplinato dal presente decreto. Nelle more della emanazione di apposite norme armonizzate, agli estintori, alle porte e agli elementi di chiusura per i quali è richiesto il requisito di resistenza al fuoco, nonché ai prodotti per i quali è richiesto il requisito di reazione al fuoco, si applica la normativa italiana vigente, che prevede specifiche clausole di mutuo riconoscimento, concordate con i servizi della commissione CEE, stabilite nei seguenti decreti del Ministro dell'interno:

decreto 12 novembre 1990 per gli estintori portatili;
decreto 5 agosto 1991 per i materiali ai quali è richiesto il requisito di reazione al fuoco;
decreto 6 marzo 1992 per gli estintori carrellati;
decreto 14 dicembre 1993 per le porte e gli altri elementi di chiusura a cui è richiesto il requisito di resistenza al fuoco.

Art. 6.
Disposizioni per gli impianti esistenti

1. Agli impianti esistenti alla data di emanazione del presente decreto e di portata termica superiore a 116 kW, purché approvati e autorizzati dai competenti organi del Corpo nazionale dei vigili del fuoco, in base alla previgente normativa, non è richiesto alcun adeguamento, anche nel caso di aumento di portata termica, purchè non superiore al 20% di quella già approvata od autorizzata e purché realizzata una sola volta.

2. Agli impianti esistenti alla data di emanazione del presente decreto e di portata termica non superiore a 116 kW, purché realizzati in conformità alla previgente normativa, non è richiesto alcun adeguamento, anche nel caso di aumento di portata termica, purché non superiore al 20% di quella esistente e purché realizzata una sola volta e tale da non comportare il superamento della portata termica oltre i 116 kW.

3. In ogni caso successivi aumenti della portata termica realizzati negli impianti di cui ai precedenti commi, richiedono l'adeguamento alle disposizioni del presente decreto.

Art. 7.
Disposizioni finali

Fatto salvo quanto previsto nell'art. 6. del presente decreto, sono abrogate tutte le precedenti disposizioni impartite in materia dal Ministero dell'interno.

Il presente decreto sarà pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Roma, 12 aprile 1996

Il Ministro: CORONAS

REGOLA TECNICA DI PREVENZIONE INCENDI PER LA PROGETTAZIONE, LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI IMPIANTI TERMICI ALIMENTATI DA COMBUSTIBILI GASSOSI

IMPIANTO INTERNO DI ADDUZIONE DEL GAS

5.1 GENERALITÀ

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione deve essere tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione. L'impianto interno ed i materiali impiegati devono essere conformi alla legislazione tecnica vigente.

5.2 MATERIALI DELLE TUBAZIONI

Possono essere utilizzati esclusivamente tubi idonei. Sono considerati tali quelli rispondenti alle caratteristiche di seguito indicate e realizzati in acciaio, in rame o in polietilene.

5.2.1 Tubi di acciaio

a) i tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalla norma UNI 8863;

b) i tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalla norma UNI 8488;

5.2.2 Tubi di rame

I tubi di rame, da utilizzare esclusivamente per le condotte del gas della VII specie (pressione di esercizio non superiore a 0,04 bar) devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma UNI 6507, serie B. Nel caso di interramento lo spessore non può essere minore di 2,0 mm.

5.2.3 Tubi di polietilene

I tubi di polietilene, ammessi unicamente per l'interramento all'esterno di edifici, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma UNI ISO 4437 serie S8, con spessore minimo di 3 mm.

5.3 GIUNZIONI, RACCORDI E PEZZI SPECIALI, VALVOLE

5.3.1 Tubazioni in acciaio

a) l'impiego di giunti a tre pezzi è ammesso esclusivamente per i collegamenti iniziale e finale dell'impianto interno;

b) le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettature o a mezzo saldatura di testa per fusione o a mezzo di raccordi flangiati;

c) nell'utilizzo di raccordi con filettatura è consentito l'impiego di mezzi di tenuta, quali ad esempio canapa con mastici adatti (tranne per il gas con densità maggiore di 0,8), nastro di tetrafluoroetilene, mastici idonei per lo specifico gas. È vietato l'uso di biacca, minio o altri materiali simili;

d) tutti i raccordi ed i pezzi speciali devono essere realizzati di acciaio oppure di ghisa malleabile; quelli di acciaio con estremità filettate o saldate, quelli di ghisa malleabile con estremità unicamente filettate;

e) le valvole devono essere di facile manovrabilità e manutenzione e con possibilità di rilevare facilmente le posizioni di aperto e di chiuso. Esse devono essere di acciaio, di ottone o di ghisa sferoidale con sezione libera di passaggio non minore del 75% di quella del tubo sul quale vengono inserite. Non è consentito l'uso di ghisa sferoidale nel caso di gas con densità maggiore di 0,8.

5.3.2 Tubazioni in rame

a) le giunzioni dei tubi di rame devono essere realizzate mediante brasatura capillare forte;

b) i collegamenti mediante raccordi metallici a serraggio meccanico sono ammessi unicamente nel caso di installazioni fuori terra e a vista o ispezionabili. Non sono ammessi raccordi meccanici con elementi di materiale non metallico. I raccordi ed i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo. Le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, devono essere realizzate mediante brasatura forte o raccordi filettati;

c) non è ammesso l'impiego di giunti misti all'interno degli edifici, ad eccezione del collegamento della tubazione in rame con l'apparecchio utilizzatore;

d) le valvole per i tubi di rame devono essere di ottone, di bronzo o di acciaio, con le medesime caratteristiche di cui al punto 5.3.1 lettera e).

UNI EN 12735-1: Tabella dimensionale

Dimensioni Nominali									
Diametro esterno *d*			Spessore *e* mm						
serie metrica	serie anglosassone								
mm	mm	in	0,8	1,0	1,25	1,5	1,65	2,0	2,5
	3,18	1/8	●						
	3,97	5/32	●	●					
	4,76	3/16	●						
6			■ ●	●					
	6,35	1/4	●	●					
	7,94	5/16	●	●					
8			■ ●	●					
	9,52	3/8	●	●					
10			■ ●	■ ●					
12				■ ●					
	12,7	1/2	●	■ ●					
15				■ ●					
	15,87	5/8		■ ●					
18				■ ●					
	19,06	3/4		●	■				
22				■ ●					
	22,23	7/8		●	■				
	25,4	1		■					
28						■			
	28,57	1 1/8		■	■				
	34,92	1 3/8			■				
35						■			
	41,27	1 3/8			■				
42						■			
	53,97	2 1/8			■		■		
54								■	
64								■	
	66,67	2 3/8			■		■	■	
76,1								■	
	79,37	3 1/8					■		■
	88,90	3 1/2						■	
	92,07	3 3/8					■		■
	104,80	4 1/8					■		■
108									■

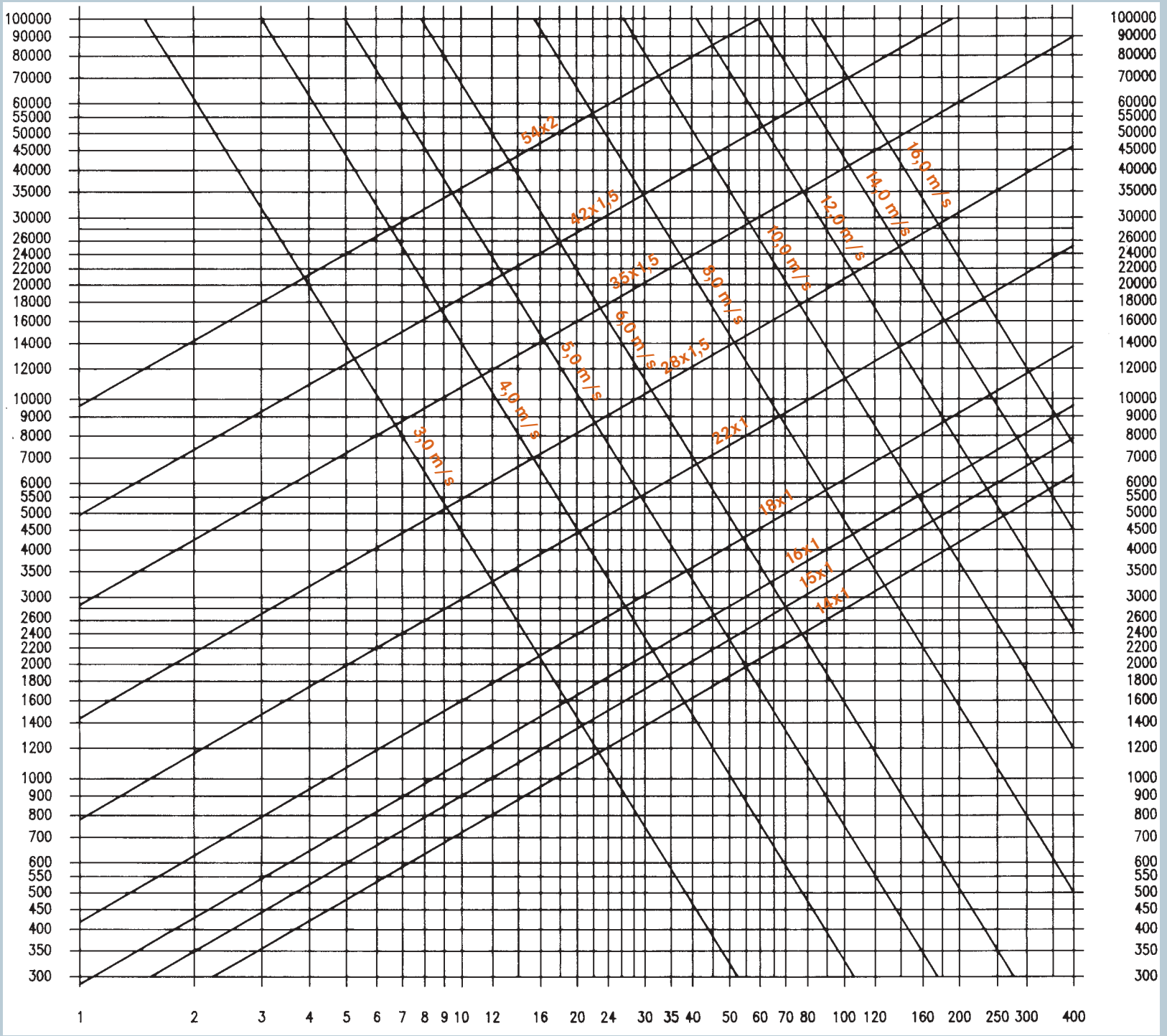
■ Disponibile in verghe

● Disponibile in rotoli

Tabelle per la determinazione delle perdite di carico

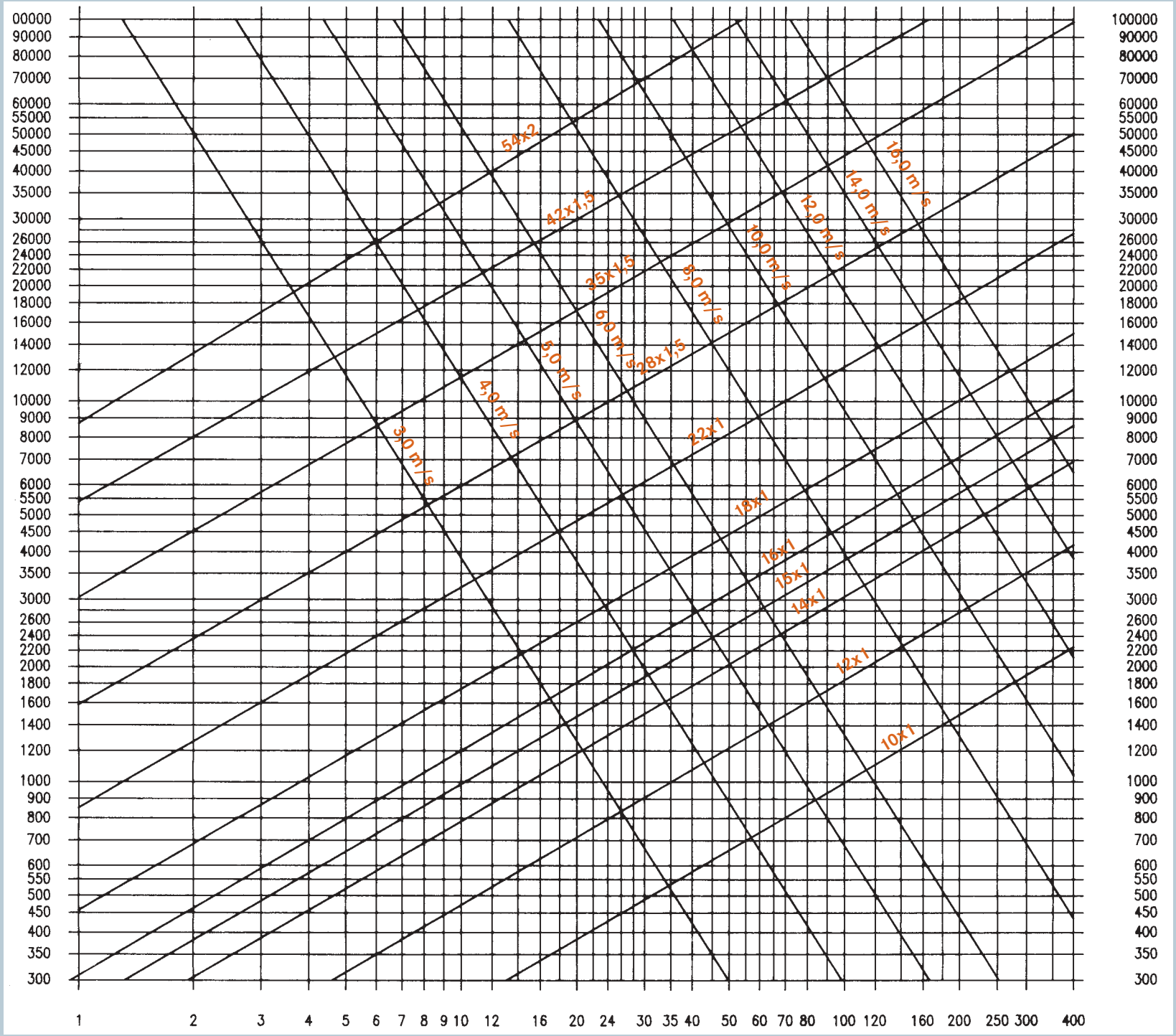
Appendice 1
Diagramma per la determinazione delle perdite di carico lineari

Ossigeno A 15 °C



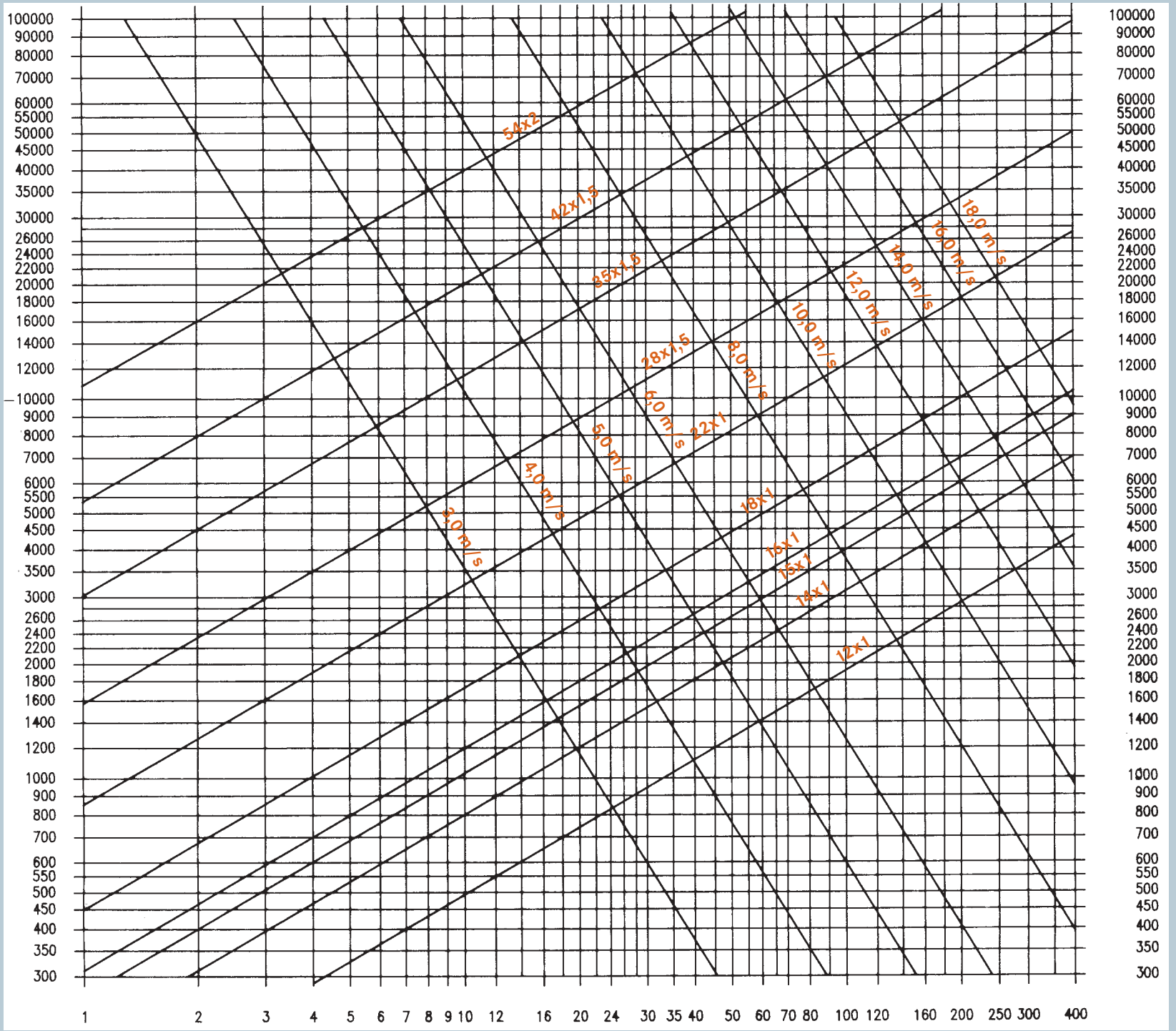
Appendice 2
Diagramma per la determinazione delle perdite di carico lineari

Aria A 15 °C



Appendice 3
Diagramma per la determinazione delle perdite di carico lineari

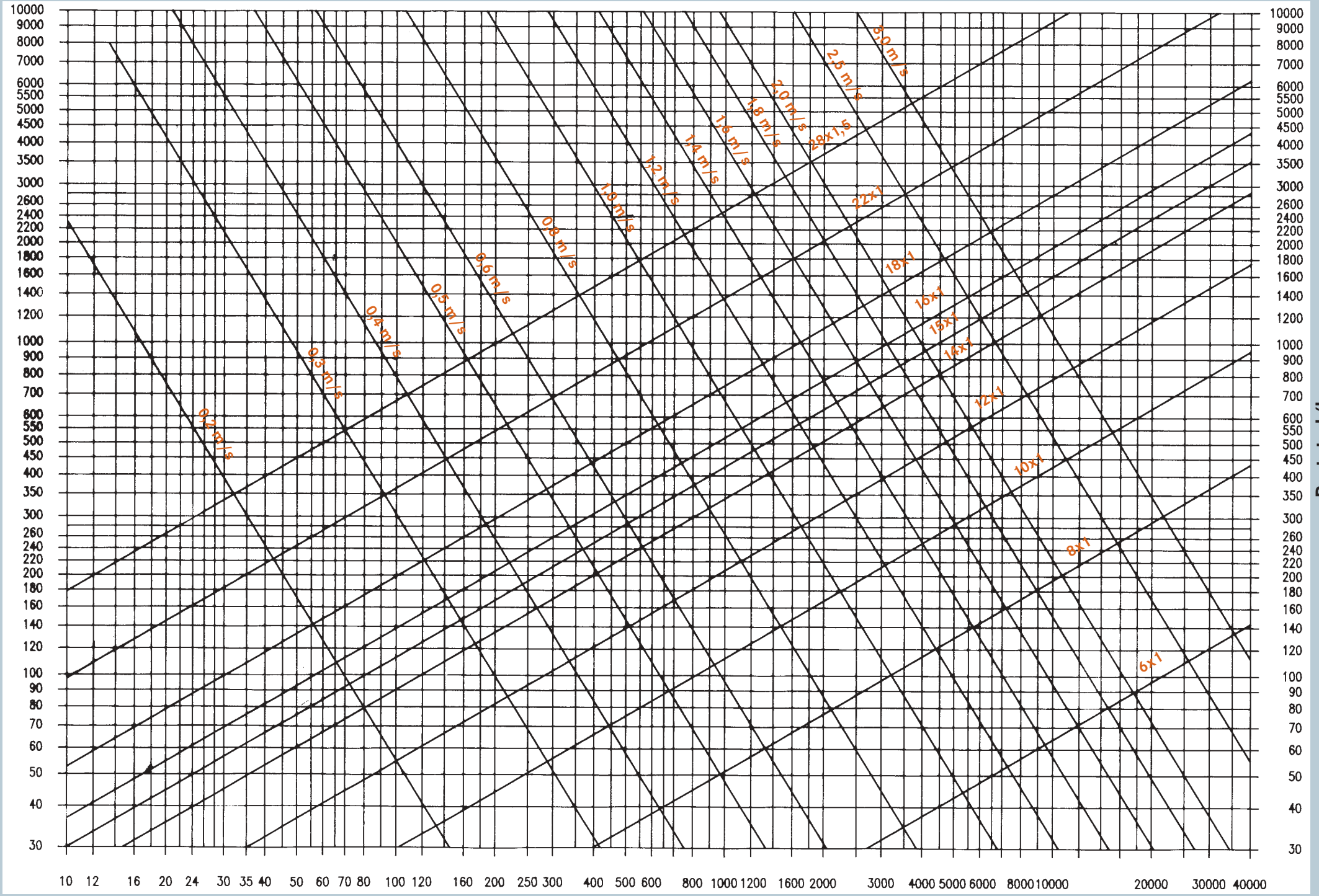
Azoto A 15 °C



Appendice 4
Diagramma per la determinazione delle perdite di carico lineari

tubi da 6x1 a 28x1,5 mm

Acqua a 10 °C

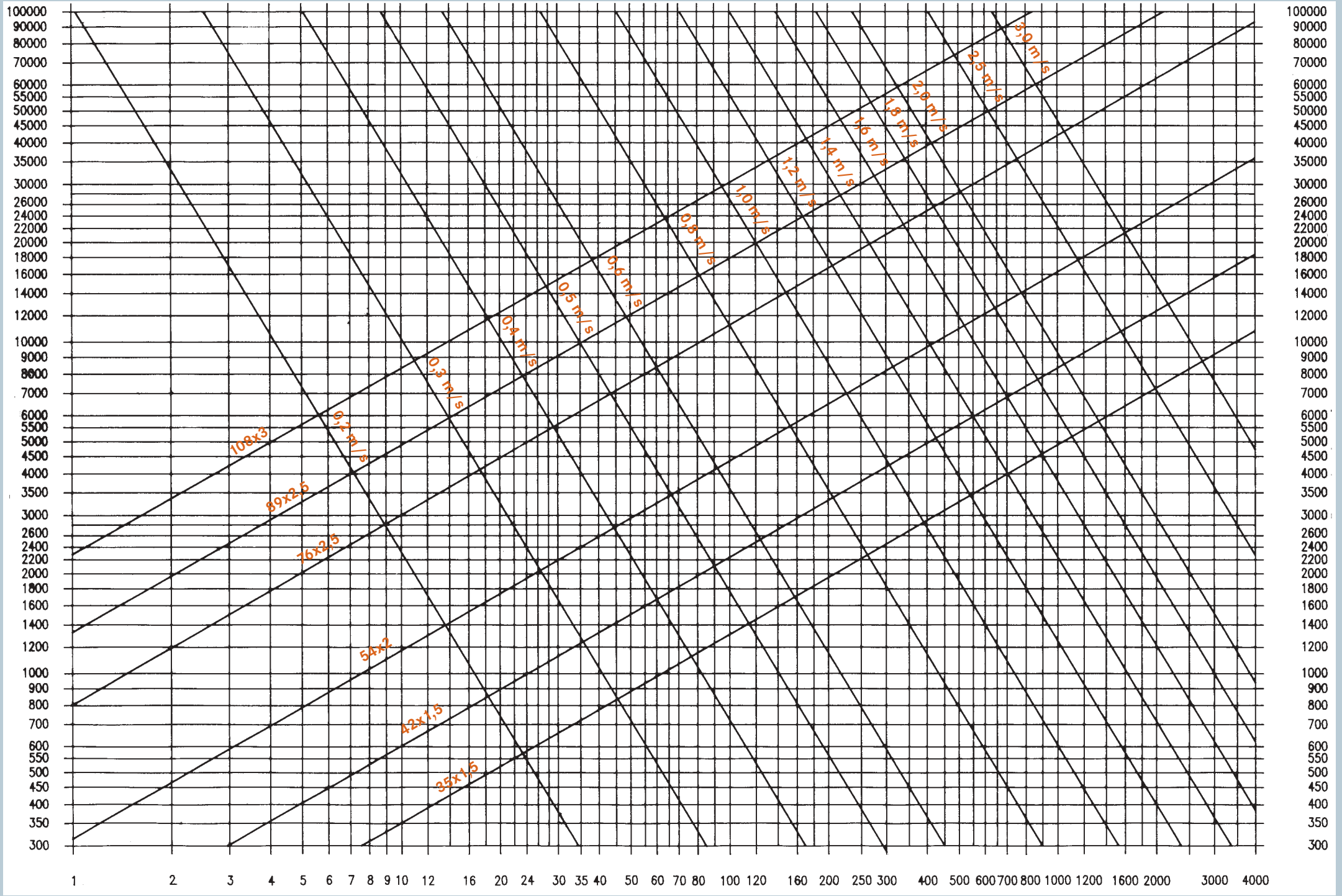


Perdite di carico lineari Pa/m

Appendice 5
Diagramma per la determinazione delle perdite di carico lineari

tubi da 35x1,5 a 108x3 mm

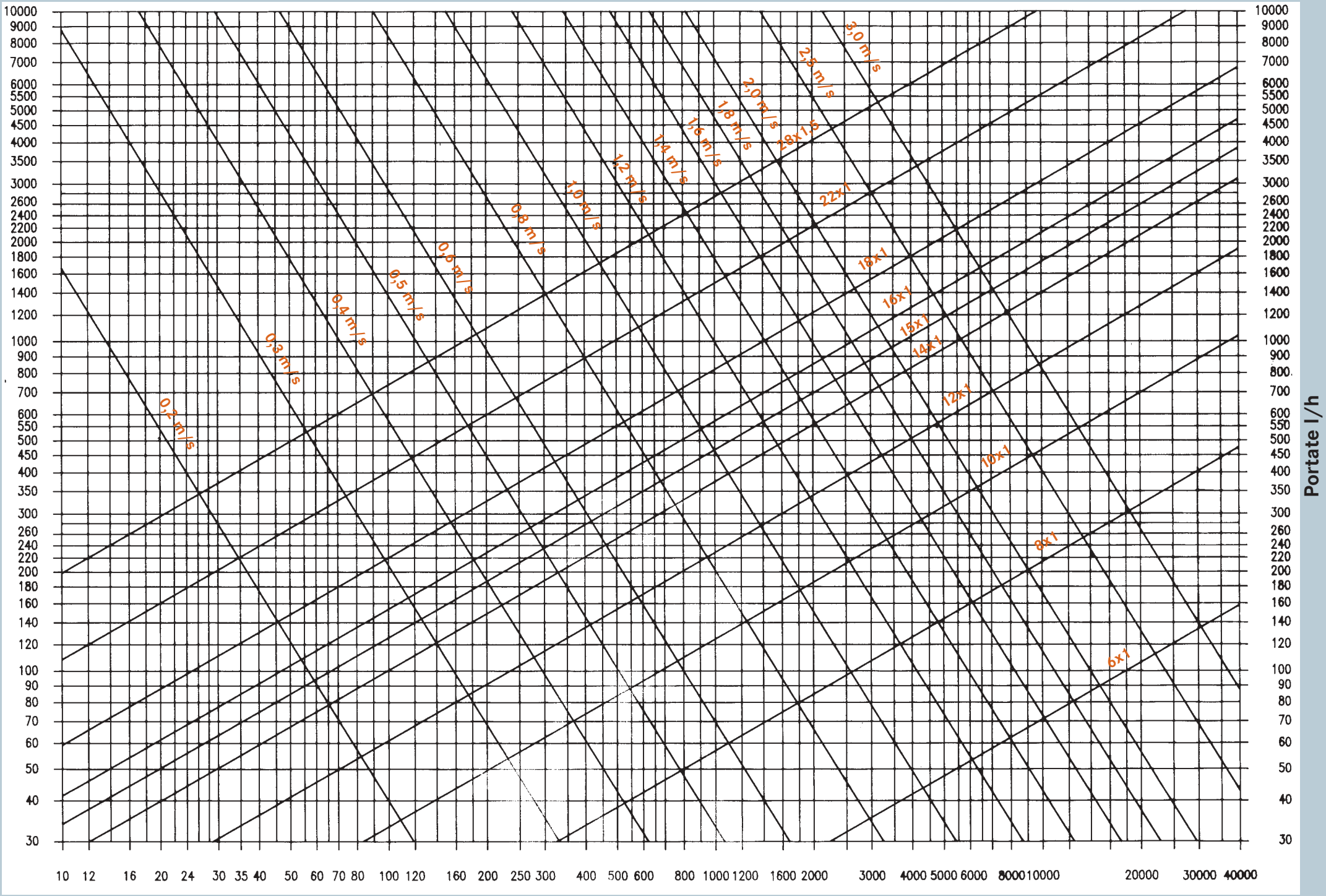
Acqua A 10 °C



Appendice 6
Diagramma per la determinazione delle perdite di carico lineari

tubi da 6x1 a 28x1,5 mm

Acqua a 40 °C

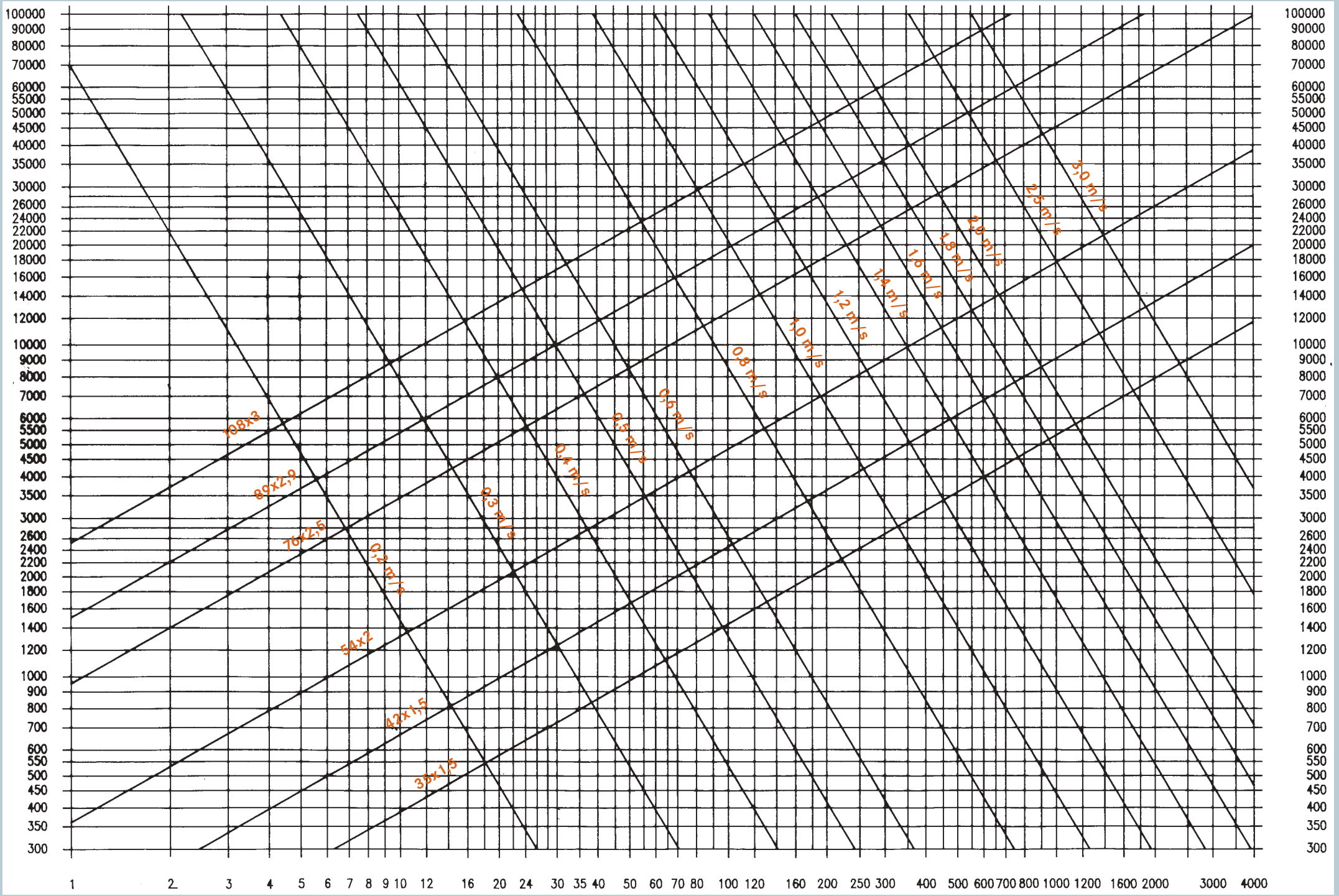


Perdite di carico lineari Pa/m

Appendice 7
Diagramma per la determinazione delle perdite di carico lineari

tubi da 35x1,5 a 108x3 mm

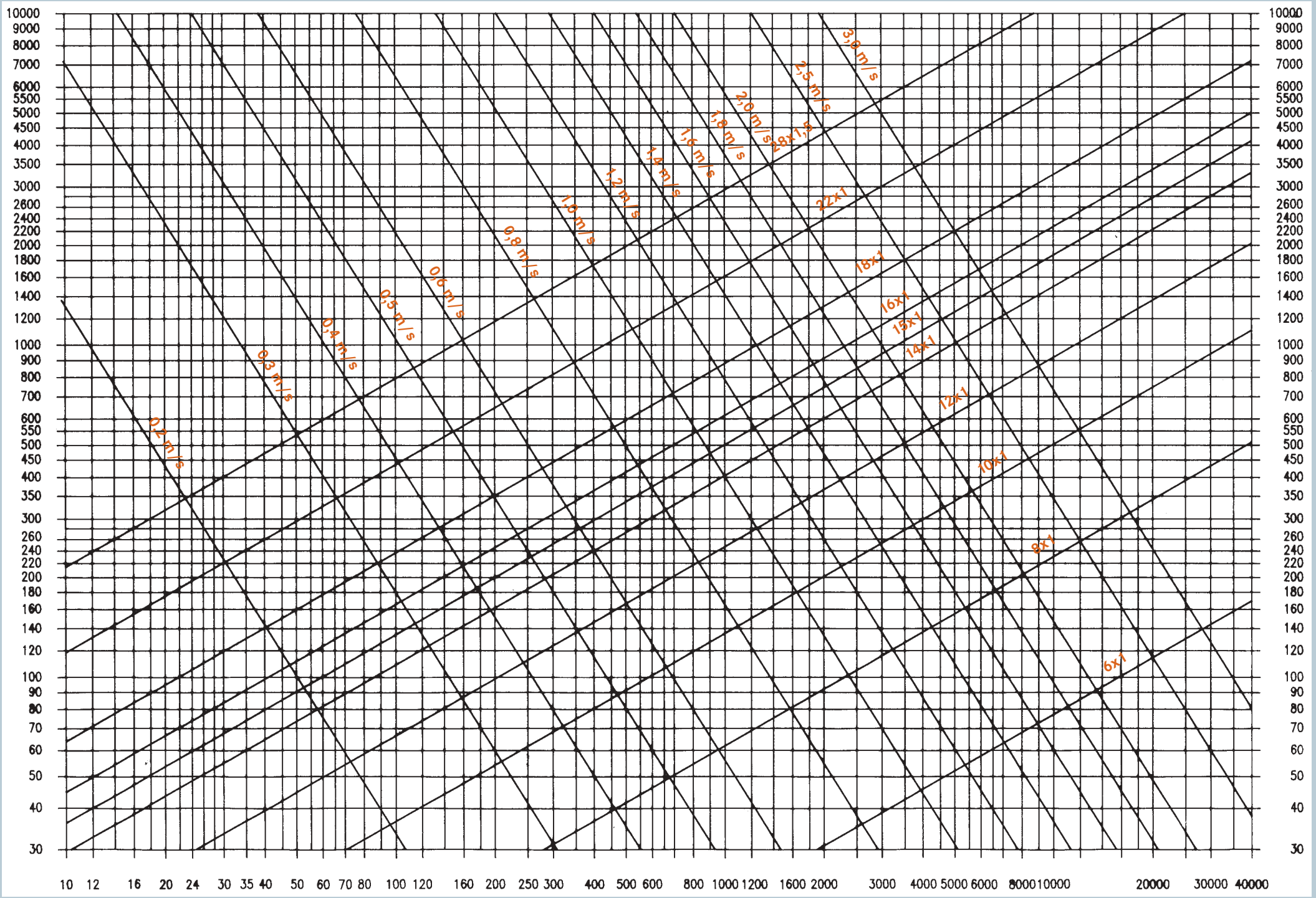
Acqua a 40 °C



Appendice 8
Diagramma per la determinazione delle perdite di carico lineari

tubi da 6x1 a 28x1,5 mm

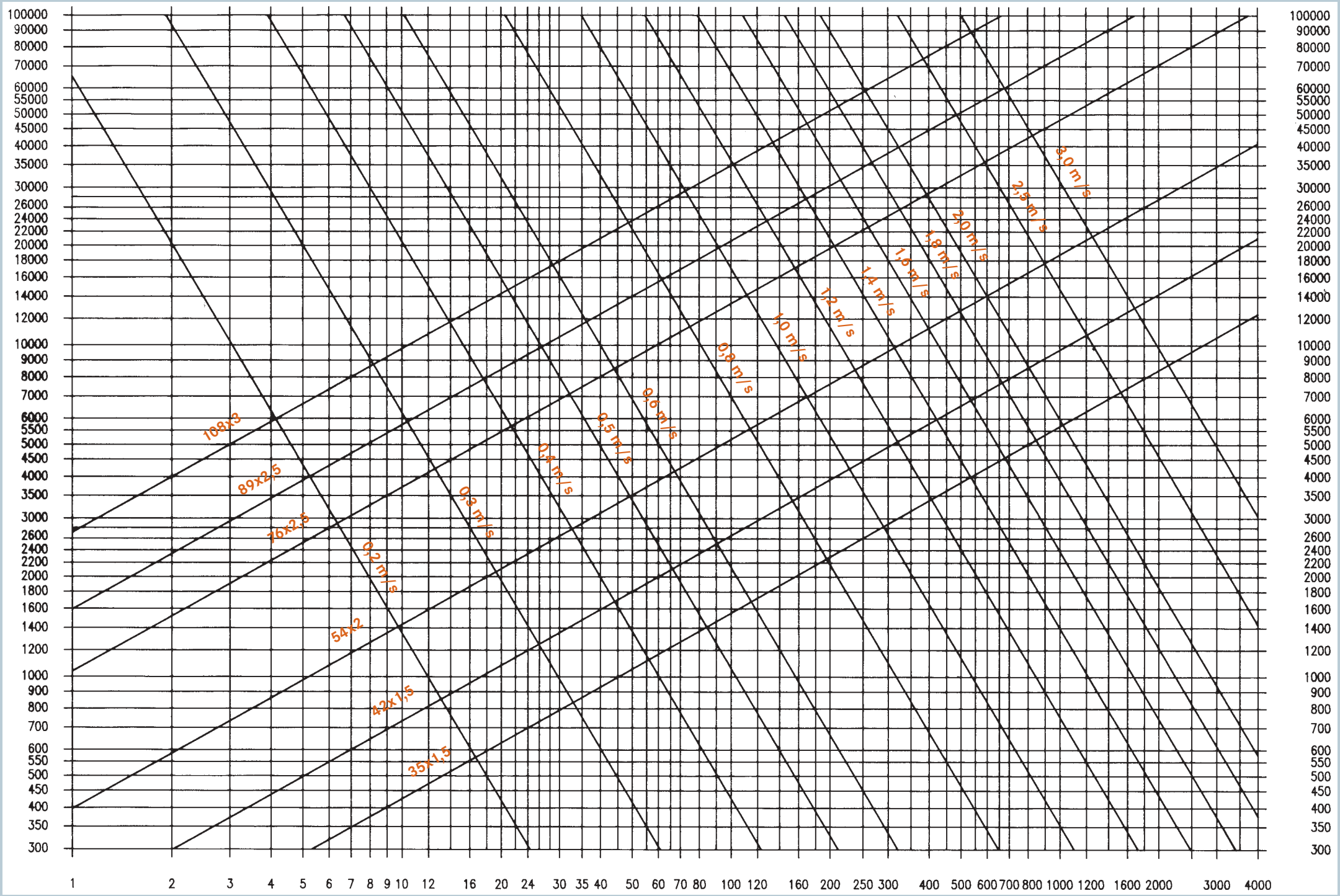
Acqua a 70 °C



Appendice 9
Diagramma per la determinazione delle perdite di carico lineari

tubi da 35x1,5 a 108x3 mm

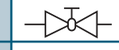
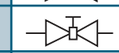
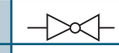
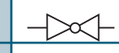
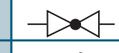
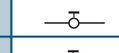
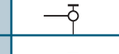
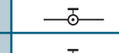
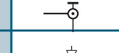
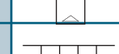
Acqua a 70 °C



Appendice 10-a - Lunghezze equivalenti dei pezzi speciali

Lunghezze equivalenti dei pezzi speciali (m)					
Di mm	curva a 90°	raccordo a T	croce	gomito	rubinetto
Gas naturale - Miscele aria/CH_4 - Gas di cracking					
≤ 22,3	0,2	0,8	1,5	1,0	0,3
22,3 a 53,9	0,5	2,0	4,0	1,5	0,8
53,9 a 81,7	0,8	4,0	8,0	3,0	1,5
≥ 81,7	1,5	6,5	13,0	4,5	2,0
Gas di petrolio liquefatto - Miscele a base di GPL					
≤ 22,3	0,2	1,0	2,0	1,0	0,3
22,3 a 53,9	0,5	2,5	5,0	2,0	0,8
53,9 a 81,7	1,0	4,5	9,0	3,0	1,5
≥ 81,7	1,5	7,5	15,0	5,0	2,0

Appendice 10-b - Valori del coefficiente di perdita localizzata ζ (componenti impianto)

Diametro interno tubi rame		8 ÷ 16 mm	18 ÷ 28 mm	35 ÷ 54 mm	> 54 mm
Tipo di resistenza localizzata	**Simbolo**				
Valvola di intercettazione diritta		10	8	7	6
Valvola di intercettazione inclinata		5	4	3	3
Saracinesca a passaggio ridotto		1,2	1	0,8	0,6
Saracinesca a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a sfera a passaggio ridotto		1,6	1	0,8	0,6
Valvola a sfera a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a farfalla		3,5	2	1,5	1
Valvola di ritegno		3	2	1	1
Valvola per corpo scaldante tipo diritto		8,5	7	6	-
Valvola per corpo scaldante tipo a squadra		4	4	3	-
Detentore diritto		1,5	1,5	1	-
Detentore a squadra		1	1	0,5	-
Valvola a quattro vie		6		4	
Valvola a tre vie		10		8	
Passaggio attraverso un radiatore		3			
Passaggio attraverso una caldaia		3			
Collettore		2			
Allargamento di sezione		1			

Appendice 10-c - Lunghezze equivalenti dei raccordi

Lunghezza equivalente in metri											
Diametro nominale (mm)	Temp. dell'acqua (°C)	Raccordo a T			Raccordo a gomito		Curva	Raccordo a U		Restringimento	
					compressione	brasatura dolce		compressione	brasatura dolce	$\frac{D1}{D2} = 2$	$\frac{D1}{D2} = 3$
6	10 40 70	0,009 0,013 0,014	0,15 0,18 0,19	0,13 0,16 0,17	0,11 0,15 0,16	0,078 0,094 0,10	0,057 0,071 0,077	0,070 0,088 0,097	0,070 0,088 0,097	0,033 0,042 0,044	0,032 0,039 0,042
8	10 40 70	0,016 0,020 0,022	0,24 0,29 0,31	0,20 0,25 0,28	0,19 0,23 0,25	0,12 0,15 0,16	0,090 0,11 0,12	0,11 0,14 0,16	0,11 0,14 0,16	0,051 0,064 0,068	0,049 0,060 0,065
10	10 40 70	0,022 0,029 0,030	0,33 0,40 0,43	0,28 0,35 0,38	0,26 0,31 0,35	0,17 0,20 0,22	0,12 0,15 0,16	0,15 0,19 0,21	0,15 0,19 0,21	0,069 0,087 0,091	0,066 0,079 0,086
12	10 40 70	0,029 0,038 0,040	0,43 0,53 0,57	0,36 0,47 0,51	0,33 0,40 0,46	0,22 0,26 0,29	0,16 0,19 0,21	0,20 0,24 0,28	0,20 0,24 0,28	0,089 0,11 0,12	0,082 0,10 0,11
15	10 40 70	0,041 0,048 0,052	0,57 0,65 0,74	0,51 0,59 0,65	0,43 0,53 0,60	0,30 0,35 0,38	0,22 0,24 0,27	0,27 0,33 0,36	0,27 0,32 0,36	0,10 0,12 0,13	0,11 0,13 0,14
18	10 40 70	0,051 0,062 0,066	0,73 0,88 0,93	0,63 0,75 0,82	0,58 0,69 0,75	0,38 0,45 0,48	0,25 0,31 0,34	0,33 0,39 0,41	0,33 0,39 0,41	0,16 0,19 0,19	0,15 0,18 0,18
22	10 40 70	0,067 0,083 0,086	0,97 1,1 1,2	0,82 0,96 1,1	0,73 0,88 0,98	0,48 0,58 0,63	0,34 0,40 0,45	0,42 0,49 0,53	0,42 0,49 0,53	0,20 0,24 0,25	0,19 0,22 0,23
28	10 40 70	0,095 0,12 0,12	1,3 1,6 1,7	1,0 1,3 1,5	0,98 1,2 1,3	0,66 0,80 0,87	0,47 0,56 0,61	0,57 0,65 0,71	0,57 0,65 0,71	0,28 0,33 0,34	0,27 0,30 0,31
35	10 40 70	0,13 0,15 0,16	1,8 2,0 2,3	1,5 1,7 2,0	1,3 1,5 1,7	0,91 1,0 1,2	0,60 0,71 0,80	0,69 0,80 0,85	0,69 0,80 0,85	0,38 0,45 0,48	0,35 0,42 0,44
42	10 40 70	0,16 0,18 0,20	2,2 2,5 2,9	1,9 2,2 2,5	1,5 1,7 2,0	1,1 1,4 1,5	0,74 0,87 0,97	0,84 0,96 1,1	0,84 0,96 1,0	0,48 0,54 0,57	0,45 0,51 0,54
54	10 40 70	0,22 0,24 0,26	3,1 3,6 4,0	2,7 3,2 3,4	2,1 2,4 2,6	1,6 1,9 2,0	1,0 1,2 1,3	1,1 1,3 1,3	1,2 1,4 1,4	0,75 0,87 0,87	0,63 0,72 0,71
76,1	10 40 70	0,35 0,40 0,49	4,7 5,6 6,0	4,1 4,8 5,2	2,9 3,4 3,8	2,4 2,8 3,0	1,5 1,8 1,9	1,5 1,8 1,9	1,6 1,9 2,0	1,0 1,2 1,2	0,93 1,0 1,2
108	10 40 70	0,52 0,61 0,61	7,4 8,5 9,4	6,5 7,3 7,9	4,2 4,9 5,2	3,7 4,3 4,7	2,2 2,5 2,7	2,1 2,4 2,5	2,2 2,6 2,7	1,6 1,8 1,9	1,5 1,7 1,8

Appendice 11 - Perdita di carico Z in mm di c.d'a. per ζ = 1 alle varie velocità circolante nei tubi

h	V = m/s	h	V = m/s	h	V = m/s	h	V = m/s	h	V = m/s	
450	3	60	1,1	12,2	0,494	5,1	0,320	1,55	0,176	
425	2,92	55	1,05	12	0,488	5	0,317	1,50	0,173	
400	2,84	50	1	11,8	0,485	4,9	0,313	1,45	0,170	
390	2,80	48	0,977	11,6	0,482	4,8	0,310	1,40	0,167	
380	2,76	46	0,958	11,4	0,477	4,7	0,307	1,35	0,164	
370	2,73	44	0,938	11,2	0,472	4,6	0,304	1,30	0,162	
360	2,68	42	0,915	11	0,468	4,5	0,300	1,25	0,158	
350	2,65	40	0,895	10,8	0,464	4,4	0,297	1,20	0,155	
340	2,61	38	0,870	10,6	0,460	4,3	0,294	1,15	0,152	
330	2,58	36	0,845	10,4	0,455	4,2	0,290	1,10	0,148	
320	2,54	34	0,825	10,2	0,450	4,1	0,287	1,05	0,145	
310	2,50	32	0,8	10	0,447	4	0,284	1	0,141	
300	2,45	30	0,775	9,8	0,442	3,9	0,280	0,95	0,138	
290	2,42	29	0,761	9,6	0,438	3,8	0,276	0,90	0,134	
280	2,38	28	0,748	9,4	0,434	3,7	0,272	0,85	0,130	
270	2,33	27	0,783	9,2	0,429	3,6	0,268	0,80	0,127	
260	2,29	26	0,718	9	0,425	3,5	0,265	0,75	0,123	
250	2,24	25	0,706	8,8	0,420	3,4	0,261	0,70	0,118	
240	2,19	24	0,682	8,6	0,415	3,3	0,258	0,65	0,114	
230	2,15	23	0,677	8,4	0,411	3,2	0,254	0,60	0,110	
220	2,10	22	0,662	8,2	0,406	3,1	0,250	0,55	0,105	
210	2,05	21	0,647	8	0,400	3	0,246	0,50	0,100	
200	2	20	0,632	7,8	0,396	2,9	0,242	0,45	0,095	
190	1,95	19,5	0,625	7,6	0,391	2,8	0,237	0,40	0,0895	
180	1,90	19	0,615	7,4	0,385	2,7	0,234	0,35	0,0837	
170	1,85	18,5	0,608	7,2	0,380	2,6	0,229	0,30	0,0775	
160	1,79	18	0,598	7	0,375	2,5	0,224	0,25	0,0708	
150	1,74	17,5	0,590	6,8	0,370	2,4	0,220	0,20	0,0662	
140	1,67	17	0,583	6,6	0,364	2,3	0,215	0,15	0,0548	
130	1,61	16,5	0,575	6,4	0,357	2,2	0,210	0,10	0,0448	
120	1,55	16	0,565	6,2	0,352	2,1	0,205	0,05	0,0316	
110	1,48	15,5	0,555	6	0,345	2	0,200	0,04	0,0283	
100	1,42	15	0,545	5,9	0,343	1,95	0,197	0,03	0,0245	
95	1,38	14,5	0,538	5,8	0,340	1,9	0,195	0,02	0,0200	
90	1,34	14	0,529	5,7	0,338	1,85	0,192	0,01	0,0141	
85	1,31	13,5	0,519	5,6	0,335	1,8	0,190	0,009	0,0134	
80	1,27	13	0,509	5,5	0,332	1,75	0,187	0,008	0,0126	
75	1,23	12,8	0,505	5,4	0,329	1,7	0,184	0,007	0,0118	
70	1,18	12,6	0,501	5,3	0,326	1,65	0,181	0,006	0,0110	
65	1,14	12,4	0,496	5,2	0,322	1,6	0,179	0,005	0,0100	

Appendice 12 - Portate in volume (m^3/h a 15 °C) per gas manifatturato, densità 0,85, calcolate per tubazioni di rame, con perdite di carico di 0,5 mbar

D_{est} (mm)	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	22,0
D_{int} (mm)	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	19,0
Sp (mm)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5
L (m)	portata (m^3/h)						
2	0,21	0,46	0,84	1,38	2,10	3,02	4,83
4	0,14	0,31	0,56	0,93	1,41	2,03	3,24
6	0,11	0,24	0,45	0,73	1,12	1,61	2,57
8	0,09	0,20	0,38	0,62	0,95	1,36	2,17
10	0,08	0,18	0,33	0,55	0,83	1,20	1,91
15	0,07	0,14	0,26	0,43	0,66	0,95	1,51
20	0,06	0,12	0,22	0,37	0,56	0,80	1,28
25	0,05	0,11	0,20	0,32	0,49	0,71	1,13
30	0,04	0,10	0,18	0,29	0,44	0,64	1,02
40	0,04	0,08	0,15	0,25	0,37	0,54	0,86
50	0,03	0,07	0,13	0,22	0,33	0,47	0,76
75	0,03	0,06	0,10	0,17	0,26	0,37	0,60
100	0,02	0,05	0,09	0,15	0,22	0,32	0,51

Appendice 13 - Portate in volume (m^3/h a 15 °C) per gas naturale, densità 0,6, calcolate per tubazioni di rame, con perdite di carico di 1,0 mbar

D_{est} (mm)	8,0	10,0	12,0	14,0	15,0	16,0	18,0	22,0	28,0	35,0	42,0	54,0
D_{int} (mm)	6,0	8,0	10,0	12,0	13,0	14,0	16,0	19,0	25,0	32,0	39,0	50,0
Sp (mm)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0
L (m)	portata (m^3/h)											
2	0,39	0,85	1,56	2,56	3,23	3,89	5,60	8,95	19,57	38,46	65,97	129,56
4	0,26	0,57	1,04	1,72	2,18	2,61	3,78	6,01	13,25	26,09	44,8	88,14
6	0,21	0,45	0,83	1,36	1,73	2,07	2,98	4,76	10,54	20,76	35,68	70,26
8	0,17	0,38	0,70	1,15	1,47	1,75	2,52	4,03	8,95	17,65	30,34	59,79
10	0,15	0,34	0,62	1,01	1,3	1,54	2,22	3,55	7,89	15,55	26,75	52,74
15	0,12	0,27	0,49	0,80	1,02	1,22	1,76	2,81	6,26	12,35	21,26	41,95
20	0,10	0,23	0,41	0,68	0,87	1,04	1,49	2,38	5,31	10,48	18,05	35,65
25	0,09	0,20	0,36	0,60	0,77	0,91	1,31	2,09	4,67	9,23	15,89	31,41
30	0,08	0,18	0,33	0,54	0,69	0,82	1,18	1,88	4,21	8,31	14,32	28,31
40	0,07	0,15	0,28	0,46	0,58	0,69	1,00	1,60	3,56	7,05	12,15	24,03
50	0,06	0,13	0,24	0,40	0,51	0,61	0,80	1,40	3,13	6,2	10,69	21,16
75	0,05	0,11	0,19	0,32	0,4	0,48	0,70	1,11	2,48	4,91	8,47	16,77
100	0,04	0,09	0,16	0,27	0,34	0,41	0,59	0,94	2,1	4,15	7,17	14,22

Appendice 14 - Portate in volume (m^3/h a 15 °C) per miscele di GPL, densità 1,69, calcolate per tubazioni di rame, con perdite di carico di 2,0 mbar

D_{est} (mm)	8,0	10,0	12,0	14,0	15,0	16,0	18,0	22,0	28,0	35,0	42,0	54,0
D_{int} (mm)	6,0	8,0	10,0	12,0	13,0	14,0	16,0	19,0	25,0	32,0	39,0	50,0
Sp (mm)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0
L (m)	portata (m^3/h)											
2	0,33	0,72	1,32	2,17	2,67	3,30	4,75	7,60	16,15	31,69	54,28	106,39
4	0,22	0,48	0,89	1,46	1,81	2,22	3,19	5,10	10,98	21,57	36,99	72,62
6	0,17	0,38	0,70	1,15	1,44	1,76	2,53	4,04	8,75	17,2	29,51	58,0
8	0,15	0,32	0,59	0,98	1,23	1,49	2,14	3,42	7,44	14,64	25,13	49,42
10	0,13	0,28	0,52	0,86	1,08	1,31	1,88	3,01	6,56	12,91	22,18	43,64
15	0,10	0,23	0,41	0,68	0,86	1,04	1,49	2,38	5,22	10,28	17,66	34,78
20	0,09	0,19	0,35	0,58	0,73	0,88	1,26	2,02	4,43	8,73	15,01	29,59
25	0,08	0,17	0,31	0,51	0,64	0,77	1,11	1,78	3,9	7,69	13,23	26,1
30	0,07	0,15	0,28	0,46	0,58	0,70	1,00	1,60	3,52	6,94	11,94	23,55
40	0,06	0,13	0,24	0,39	0,49	0,59	0,85	1,35	2,98	5,89	10,14	20,01
50	0,05	0,11	0,21	0,34	0,43	0,52	0,75	1,19	2,63	5,18	8,93	17,63
75	0,04	0,09	0,16	0,27	0,34	0,41	0,59	0,94	2,08	4,11	7,08	14,0
100	0,03	0,08	0,14	0,23	0,29	0,35	0,50	0,80	1,76	3,49	6,01	11,88

Appendice 15 - Perdita di carico (Pa/m) con gasolio a 15 °C e velocità (m/s)

Portata	Dimensioni dei tubi (mm)							
l/h	6 x 1	8 x 1	10 x 1	12 x 1	14 x 1	15 x 1	16 x 1	18 x 1
5	* 3,3 0,11	* 0,7 0,05	* 0,2 0,03	* 0,1 0,02	* 0,0 0,01	* 0,0 0,01	* 0,0 0,01	* 0,0 0,01
10	* 6,6 0,22	* 1,3 0,10	* 0,4 0,06	* 0,2 0,04	* 0,1 0,02	* 0,01 0,02	* 0,0 0,02	* 0,0 0,01
15	* 9,9 0,33	* 2,0 0,15	* 0,6 0,08	* 0,3 0,05	* 0,1 0,04	* 0,1 0,03	* 0,1 0,03	* 0,0 0,02
20	* 13,2 0,55	* 2,6 0,20	* 0,8 0,11	* 0,3 0,07	* 0,2 0,05	* 0,1 0,04	* 0,1 0,04	* 0,1 0,03
25	* 16,5 0,55	* 3,3 0,25	* 1,0 0,14	* 0,4 0,09	* 0,2 0,06	* 0,1 0,05	* 0,1 0,05	* 0,1 0,03
30	* 19,8 0,66	* 3,9 0,29	* 1,2 0,17	* 0,5 0,11	* 0,2 0,07	* 0,2 0,06	* 0,1 0,05	* 0,1 0,04
35	* 23,1 0,77	* 4,6 0,34	* 1,4 0,19	* 0,6 0,12	* 0,3 0,09	* 0,2 0,07	* 0,2 0,06	* 0,1 0,05
40	* 26,3 0,88	* 5,2 0,39	* 1,6 0,22	* 0,7 0,14	* 0,3 0,10	* 0,2 0,08	* 0,2 0,07	* 0,1 0,06
45	* 29,6 0,99	* 5,9 0,44	* 1,9 0,25	* 0,8 0,16	* 0,4 0,11	* 0,3 0,09	* 0,2 0,08	* 0,1 0,06
50	* 32,9 1,11	* 6,5 0,49	* 2,1 0,28	* 0,8 0,18	* 0,4 0,12	* 0,3 0,10	* 0,2 0,09	* 0,1 0,07
55	* 36,2 1,22	* 7,2 0,54	* 2,3 0,30	* 0,9 0,19	* 0,4 0,14	* 0,3 0,12	* 0,2 0,10	* 0,1 0,08
60	* 39,5 1,33	* 7,8 0,59	* 2,5 0,33	* 1,0 0,21	* 0,5 0,15	* 0,4 0,13	* 0,3 0,11	* 0,2 0,08
65	* 42,8 1,44	* 8,5 0,64	* 2,7 0,36	* 1,1 0,23	* 0,5 0,16	* 0,4 0,14	* 0,3 0,12	* 0,2 0,09
70	* 46,1 1,55	* 9,1 0,69	* 2,9 0,39	* 1,2 0,25	* 0,6 0,17	* 0,4 0,15	* 0,3 0,13	* 0,2 0,10
75	* 49,4 1,66	* 9,8 0,74	* 3,1 0,41	* 1,3 0,27	* 0,6 0,18	* 0,4 0,16	* 0,3 0,14	* 0,2 0,10
80	* 52,7 1,77	* 10,4 0,79	* 3,3 0,44	* 1,3 0,28	* 0,7 0,20	* 0,5 0,17	* 0,4 0,14	* 0,2 0,11
85	* 56,0 1,88	* 11,1 0,84	* 3,5 0,47	* 1,4 0,30	* 0,7 0,21	* 0,5 0,18	* 0,4 0,15	* 0,2 0,12

NOTA PER LA LETTURA DEI TABULATI

Procedendo nella lettura da sinistra, si rilevano:
- Valore della portata, espressa in (l/h), di gasolio.
- Perdita di carico continua in (Pa/m) riportata nella riga superiore.
- Velocità del fluido in (m/s) riportata nella riga inferiore.

La presenza dell'asterisco indica che si è in condizioni di moto laminare.

seguito

Portata	Dimensioni dei tubi (mm)							
l/h	6 x 1	8 x 1	10 x 1	12 x 1	14 x 1	15 x 1	16 x 1	18 x 1
90	* 59,3 1,99	* 11,7 0,88	* 3,7 0,50	* 1,5 0,32	* 0,7 0,22	* 0,5 0,19	* 0,4 0,16	* 0,2 0,12
95	* 62,6 2,10	* 12,4 0,93	* 3,9 0,52	* 1,6 0,34	* 0,8 0,23	* 0,6 0,20	* 0,4 0,17	* 0,2 0,13
100	* 65,9 2,21	* 13,0 0,98	* 4,1 0,55	* 1,7 0,35 N	* 0,8 0,25	* 0,6 0,21	* 0,4 0,18	* 0,3 0,14
110	* 72,5 2,43	* 14,3 1,08	* 4,5 0,61	* 1,9 0,39	* 0,9 0,27	* 0,6 0,23	* 0,5 0,20	* 0,3 0,15
120	* 79,0 2,65	* 15,6 1,18	* 4,9 0,66	* 2,0 0,42	* 1,0 0,29	* 0,7 0,25	* 0,5 0,22	* 0,3 0,17
130	* 85,6 2,87	* 16,9 1,28	* 5,4 0,72	* 2,2 0,46	* 1,1 0,32	* 0,8 0,27	* 0,6 0,23	* 0,3 0,18
140	* 92,2 3,09	* 18,2 1,38	* 5,8 0,77	* 2,4 0,50	* 1,1 0,34	* 0,8 0,29	* 0,6 0,25	* 0,4 0,19
150	* 98,8 3,32	* 19,5 1,47	* 6,2 0,83	* 2,5 0,53	* 1,2 0,37	* 0,9 0,31	* 0,7 0,27	* 0,4 0,21
160	* 105,4 3,54	* 20,8 1,57	* 6,6 0,88	* 2,7 0,57	* 1,3 0,39	* 0,9 0,33	* 0,7 0,29	* 0,4 0,22
170	* 112,0 3,76	* 2,1 1,67	* 7,0 0,94	* 2,9 0,60	* 1,4 0,42	* 1,0 0,36	* 0,7 0,31	* 0,4 0,23
180	* 118,6 3,98	* 23,4 1,77	* 7,4 0,99	* 3,0 0,64	* 1,5 0,44	* 1,1 0,38	* 0,8 0,32	* 0,5 0,25
190	* 125,2 4,20	* 24,7 1,87	* 7,8 1,05	* 3,2 0,67	* 1,5 0,47	* 1,1 0,40	* 0,8 0,34	* 0,5 0,26
200	227,1 4,42	* 26,0 1,96	* 8,2 1,11	* 3,4 0,71	* 1,6 0,49	* 1,2 0,42	* 0,9 0,36	* 0,5 0,28
210	246,6 4,64	* 27,3 2,06	* 8,6 1,16	* 3,5 0,74	* 1,7 0,52	* 1,2 0,44	* 0,9 0,38	* 0,5 0,29
220	266,8 4,86	* 28,6 2,16	* 9,1 1,22	* 3,7 0,78	* 1,8 0,54	* 1,3 0,46	* 1,0 0,40	* 0,6 0,30
230	287,6 5,08	* 29,9 2,26	* 9,5 1,27	* 3,9 0,81	* 1,9 0,56	* 1,4 0,48	* 1,0 0,42	* 0,6 0,32
240	309,1 5,31	* 31,2 2,36	* 9,9 1,33	* 4,0 0,85	* 2,0 0,59	* 1,4 0,50	* 1,1 0,43	* 0,6 0,33
250	331,3 5,53	* 32,5 2,46	* 10,3 1,38	* 4,2 0,88	* 2,0 0,61	* 1,5 0,52	* 1,1 0,45	* 0,6 0,35
260	354,1 5,75	* 33,8 2,55	* 10,7 1,44	* 4,4 0,92	* 2,1 0,64	* 1,5 0,54	* 1,1 0,47	* 0,7 0,36
270	377,6 5,97	* 35,1 2,65	* 11,1 1,49	* 4,6 0,95	* 2,2 0,66	* 1,6 0,57	* 1,2 0,49	* 0,7 0,37

segue

seguito

Portata	Dimensioni dei tubi (mm)							
l/h	6 x 1	8 x 1	10 x 1	12 x 1	14 x 1	15 x 1	16 x 1	18 x 1
280	401,7 6,19	* 36,4 2,75	* 11,5 1,55	* 4,7 0,99	* 2,3 0,69	* 1,7 0,59	* 1,2 0,51	* 0,7 0,39
290	426,4 6,41	* 37,7 2,85	* 11,9 1,60	* 4,9 1,03	* 2,4 0,71	* 1,7 0,61	* 1,3 0,52	* 0,7 0,40
300	451,8 6,63	67,1 2,95	* 12,4 1,66	* 5,1 1,06	* 2,4 0,74	* 1,8 0,63	* 1,3 0,54	* 0,8 0,41
310	477,8 6,85	71,0 3,05	* 12,8 1,71	* 5,2 1,10	* 2,5 0,76	* 1,8 0,65	* 1,4 0,56	* 0,8 0,43
320	504,4 7,07	74,9 3,14	* 13,2 1,77	* 5,4 1,13	* 2,6 0,79	* 1,9 0,67	* 1,4 0,58	* 0,8 0,44
330	531,6 7,29	78,9 3,24	* 13,6 1,82	* 5,6 1,17	* 2,7 0,81	* 1,9 0,69	* 1,4 0,60	* 0,8 0,46
340	559,5 7,52	82,9 3,34	* 14,0 1,88	* 5,7 1,20	* 2,8 0,84	* 2,0 0,71	* 1,5 0,61	* 0,9 0,47
350	588,0 7,74	87,1 3,44	* 14,4 1,93	* 5,9 1,25	* 2,8 0,86	* 2,1 0,73	* 1,5 0,63	* 0,9 0,48
360	617,0 7,96	91,4 3,54	* 14,8 1,99	* 6,1 1,27	* 2,9 0,88	* 2,1 0,75	* 1,6 0,65	* 0,9 0,50
370	646,7 8,18	95,7 3,64	* 15,2 2,04	* 6,2 1,31	* 3,0 0,91	* 2,2 0,88	* 1,6 0,67	* 1,0 0,51
380	676,9 8,40	100,1 3,73	* 15,6 2,10	* 6,4 1,34	* 3,1 0,93	* 2,2 0,80	* 1,7 0,69	* 1,0 0,52
390	707,8 8,62	104,7 3,83	* 16,1 2,16	* 6,6 1,38	* 3,2 0,96	* 2,3 0,82	* 1,7 0,70	* 1,0 0,54
400	739,2 8,84	109,3 3,93	28,33 2,21	* 6,7 1,41	* 3,3 0,98	* 2,4 0,84	* 1,8 0,72	* 1,0 0,55
410	771,3 9,06	113,9 4,03	29,5 2,27	* 6,9 1,45	* 3,3 1,01	* 2,4 0,86	* 1,8 0,74	* 1,1 0,57
420	803,9 9,28	118,7 4,13	30,7 2,32	* 7,1 1,49	* 3,4 1,03	* 2,5 0,88	* 1,8 0,76	* 1,1 0,58
430	837,1 9,51	123,5 4,22	32,0 2,38	* 7,3 1,52	* 3,5 1,06	* 2,5 0,90	* 1,9 0,78	* 1,1 0,59
440	870,9 9,73	128,5 4,32	33,2 2,43	* 7,4 1,56	* 3,6 1,08	* 2,6 0,92	* 1,9 0,79	* 1,1 0,61
450	905,2 9,95	133,5 4,42	34,5 2,49	* 7,6 1,59	* 3,7 1,11	* 2,7 0,94	* 2,0 0,81	* 1,2 0,62
460	940,2 10,17	138,6 4,52	35,8 2,54	* 7,8 1,63	* 3,7 1,13	* 2,7 0,96	* 2,0 0,83	* 1,2 0,64
470	975,7 10,39	143,8 4,62	37,2 2,60	* 7,9 1,66	* 3,8 1,15	* 2,8 0,98	* 2,1 0,85	* 1,2 0,65

segue

seguito

Portata	Dimensioni dei tubi (mm)							
l/h	6 x 1	8 x 1	10 x 1	12 x 1	14 x 1	15 x 1	16 x 1	18 x 1
480	1011,8 10,61	149,0 4,72	38,5 2,65	* 8,1 1,70	* 3,9 1,18	* 2,8 1,00	* 2,1 0,87	* 1,2 0,66
490	1048,4 10,83	154,3 4,81	39,9 2,71	* 8,3 1,73	* 4,0 1,20	* 2,9 1,03	* 2,2 0,88	* 1,3 0,68
500	1085,6 11,05	159,8 4,91	41,3 2,76	14,5 1,77	* 4,1 1,23	* 3,0 1,05	* 2,2 0,90	* 1,3 0,69
510	1123,4 11,27	165,3 5,01	42,7 2,82	15,0 1,80	* 4,1 1,25	* 3,0 1,07	* 2,2 0,92	* 1,3 0,70
520	1161,7 11,49	170,8 5,11	44,1 2,87	15,5 1,84	* 4,2 1,28	* 3,1 1,09	* 2,3 0,94	* 1,3 0,72
530	1200,6 11,72	176,5 5,21	45,5 2,93	16,0 1,87	* 4,3 1,30	* 3,1 1,11	* 2,3 0,96	* 1,4 0,73
540	1240,1 11,94	182,2 5,31	47,0 2,98	16,5 1,91	* 4,4 1,33	* 3,2 1,13	* 2,4 0,97	* 1,4 0,75
550	1280,0 12,16	188,0 5,40	48,5 3,04	17,0 1,95	* 4,5 1,35	* 3,2 1,15	* 2,4 0,99	* 1,4 0,76
560	1320,6 12,38	193,9 5,50	50,0 3,09	17,5 1,98	* 4,6 1,38	* 3,3 1,17	* 2,5 1,01	* 1,4 0,77
570	1361,7 12,60	199,9 5,60	51,5 3,15	18,1 2,02	* 4,6 1,40	* 3,4 1,19	* 2,5 1,3	* 1,5 0,79
580	1403,4 12,82	205,9 5,70	53,1 3,21	19,6 2,05	* 4,7 1,42	* 3,4 1,21	* 2,5 1,05	* 1,5 0,80
590	1445,6 13,04	212,1 5,80	54,6 3,26	19,1 2,09	* 4,8 1,45	* 3,5 1,23	* 2,6 1,06	* 1,5 0,82
600	1488,3 13,26	218,3 5,89	56,2 3,32	19,7 2,12	8,4 1,47	* 3,5 1,26	* 2,6 1,08	* 1,5 0,83
610	1531,6 13,48	224,5 5,99	57,8 3,37	20,3 2,16	8,6 1,50	* 3,6 1,28	* 2,7 1,10	* 1,6 0,84
620	1575,5 13,71	230,9 6,09	59,5 3,43	20,8 2,19	8,9 1,52	* 3,7 1,30	* 2,7 1,12	* 1,6 0,86
630	1649,8 13,93	237,3 6,19	61,1 3,48	21,4 2,23	9,1 1,55	* 3,7 1,32	* 2,8 1,14	* 1,6 0,87
640	1664,7 14,15	243,8 6,29	62,8 3,54	22,0 2,26	9,3 1,57	* 3,8 1,34	* 2,8 1,15	* 1,6 0,88
650	1710,2 14,37	250,4 6,39	64,5 3,59	22,6 2,30	9,6 1,60	6,6 1,36	* 2,9 1,17	* 1,7 0,90
660	1756,2 14,59	257,1 6,48	66,2 3,65	23,2 2,33	9,8 1,62	6,8 1,8	* 2,9 1,19	* 1,7 0,91
670	1802,7 14,81	263,8 6,58	67,9 3,70	23,7 2,37	10,1 1,65	6,9 1,40	* 2,9 1,21	* 1,7 0,93

segue

seguito

Portata	Dimensioni dei tubi (mm)							
l/h	6 x 1	8 x 1	10 x 1	12 x 1	14 x 1	15 x 1	16 x 1	18 x 1
680	1849,7 15,03	270,6 6,68	69,6 3,76	24,4 2,41	10,3 1,67	7,1 1,42	* 3,0 1,23	* 1,7 0,94
690	1897,3 15,25	277,5 6,78	71,4 3,81	25,0 2,44	10,6 1,69	7,3 1,44	* 3,0 1,25	* 1,8 0,95
700	1945,4 15,47	284,5 6,88	73,1 3,87	25,6 2,48	10,9 1,72	7,5 1,46	5,3 1,26	* 1,8 0,97
710	1994,0 15,69	291,5 6,98	74,9 3,92	26,2 2,51	11,1 1,74	7,6 1,49	5,4 1,28	* 1,8 0,98
720	2043,2 15,92	298,6 7,07	76,8 3,98	26,8 2,55	11,4 1,77	7,8 1,51	5,5 1,30	* 1,9 0,99
730	2092,9 16,14	305,8 7,17	78,6 4,03	27,5 2,58	11,7 1,79	8,0 1,53	5,7 1,32	* 1,9 1,01
740	2143,1 16,36	313,0 7,27	80,4 4,09	28,1 2,62	11,9 1,82	8,2 1,55	5,8 1,34	* 1,9 1,02
750	2193,8 16,58	320,4 7,37	82,3 4,14	28,8 2,65	12,2 1,84	8,4 1,57	5,9 1,35	* 1,9 1,04
760	2245,1 16,80	327,8 7,47	84,2 4,20	29,4 2,69	12,5 1,87	8,6 1,59	6,1 1,37	* 2,0 1,05
770	2296,8 17,02	335,2 7,56	86,1 4,26	30,1 2,72	12,8 1,89	8,8 1,61	6,2 1,39	* 2,0 1,06
780	2349,1 17,24	342,8 7,66	88,0 4,31	30,8 2,76	13,0 1,92	9,0 1,63	6,3 1,41	* 2,0 1,08
790	2401,9 17,46	350,4 7,76	90,0 4,37	31,4 2,79	13,3 1,94	9,2 1,65	6,5 1,43	3,5 1,09
800	2455,3 17,68	358,1 7,86	91,9 4,42	32,1 2,83	13,6 1,96	9,4 1,67	6,6 1,44	3,5 1,11
810	2509,1 17,90	365,8 7,96	93,9 4,48	32,8 2,86	13,9 1,99	9,6 1,70	6,7 1,46	3,6 1,12
820	2563,4 18,13	373,7 8,06	95,9 4,53	33,5 2,90	14,2 2,01	9,8 1,72	6,9 1,48	3,7 1,13
830	2618,3 18,35	381,6 8,15	97,9 4,59	34,2 2,94	14,5 2,04	10,0 1,74	7,0 1,5	3,8 1,15
840	2673,7 18,57	289,6 8,25	99,9 4,64	34,9 2,97	14,8 2,06	10,2 1,76	7,2 1,52	3,8 1,16
850	2729,6 18,79	397,6 8,35	102,0 4,70	35,6 3,01	15,1 2,09	10,4 1,78	7,3 1,53	3,9 1,17
860	2786,0 19,01	405,7 8,45	104,1 4,75	36,3 3,04	15,4 2,11	10,6 1,80	7,5 1,55	4,0 1,19
870	2842,9 19,23	413,9 8,55	106,1 4,81	37,0 3,08	15,7 2,14	10,8 1,82	7,6 1,57	4,1 1,20

segue

seguito

Portata	Dimensioni dei tubi (mm)							
l/h	6 x 1	8 x 1	10 x 1	12 x 1	14 x 1	15 x 1	16 x 1	18 x 1
880	2900,3 19,45	422,2 8,65	108,3 4,86	37,8 3,11	16,0 2,16	11,0 1,84	7,8 1,59	4,1 1,22
890	2958,2 19,67	430,5 8,74	110,4 4,92	38,5 3,15	16,3 2,19	11,2 1,86	7,9 1,61	4,2 1,23
900	3016,6 19,89	438,9 8,84	112,5 4,97	39,3 3,18	16,6 2,21	11,4 1,88	8,1 1,62	4,3 1,24
910	3075,6 20,12	447,4 8,94	114,7 5,03	40,0 3,22	17,0 2,24	11,6 1,90	8,2 1,64	4,4 1,26
920	3135,0 20,34	456,0 9,04	116,8 5,08	40,8 3,25	17,3 2,26	11,9 1,93	8,4 1,66	4,5 1,27
930	3194,9 20,56	464,6 9,14	119,0 5,14	41,5 3,29	17,6 2,28	12,1 1,95	8,5 1,68	4,6 1,28
940	3255,4 20,78	473,3 9,23	121,2 5,19	42,3 3,32	17,9 2,31	12,3 1,97	8,7 1,70	4,6 1,30
950	3316,3 21,00	482,0 9,33	123,5 5,25	43,1 3,36	18,2 2,33	12,5 1,99	8,8 1,71	4,7 1,31
960	3377,0 21,22	490,9 9,43	125,7 5,31	43,8 3,40	18,6 2,36	12,7 2,01	9,0 1,73	4,8 1,33
970	3439,7 21,44	499,8 9,53	128,0 5,36	44,6 3,43	18,9 2,38	13,0 2,03	9,2 1,75	4,9 1,34
980	3502,1 21,66	508,7 9,63	130,3 5,42	45,4 3,47	19,2 2,41	13,2 2,05	9,3 1,77	5,0 1,35
990	3565,0 21,88	517,8 9,73	132,6 5,47	46,2 3,50	19,6 2,43	13,4 2,07	9,5 1,79	5,1 1,37
1000	3628,5 22,10	526,9 9,82	134,9 5,53	47,0 3,54	19,9 2,46	13,7 2,09	9,6 1,80	5,1 1,38
1010	3692,4 22,33	536,0 9,92	137,2 5,58	47,8 3,57	20,3 2,48	13,9 2,11	9,8 1,82	5,2 1,40
1020	3756,8 22,55	545,3 10,02	139,6 5,64	48,6 3,61	20,6 2,51	14,1 2,13	10,0 1,84	5,3 1,41

In collaborazione con l'Istituto Italiano del Rame

Finito di stampare nel mese di ottobre 2006
per conto della Consedit sas presso:
Società Cooperativa Grafica Bergamasca srl
Via Cascina Zanchi, 3
24030 Almenno S. Bartolomeo (BG)
Stampato in Italia - Printed in Italy